

**copyright**  
**AFSCET**



**L'évolution “créatrice“ :  
Métamorphoses et “phylotagmotaphologie“ du vivant.  
L'ÉVOLUTION du VIVANT a une direction.  
Comment est-elle orientée ?**

BRICAGE Pierre  
[pierre.bricage@univ-pau.fr](mailto:pierre.bricage@univ-pau.fr)

Faculté des Sciences & Techniques,  
sciences biologiques & sciences sanitaires et sociales,  
Université de Pau et des Pays de l'Adour, 64000 PAU, France.  
AFSCET atelier “évolution des systèmes“.

**Advanced On Line publication**

13 Oct. 2009

Pour citer ce travail, merci d'indiquer cette référence :

Bricage P. (2009) L'évolution créatrice : Métamorphoses et “phylotagmotaphologie“ du vivant. L'évolution du vivant a une direction. Comment est-elle orientée ? L'évolution du vivant a-t-elle une direction ? Colloque de l'Association des Amis de Pierre Teilhard de Chardin, Centre de Sèvres, Paris, 109 p.  
<http://www.armsada.eu/pb/bernardins/phylotagmotaphologie.pdf>

<http://www.teilhard.org/>



# Métamorphoses et “phylotagmotaphologie<sup>1</sup>“ du vivant : L'ÉVOLUTION<sup>2</sup> du VIVANT a une direction. Comment est-elle orientée ? <sup>4, 5</sup>

BRICAGE Pierre

[pierre.bricage@univ-pau.fr](mailto:pierre.bricage@univ-pau.fr)

Faculté des Sciences & Techniques,

sciences biologiques & sciences sanitaires et sociales,

Université de Pau et des Pays de l'Adour, 64000 PAU, France.

AFSCET atelier “évolution des systèmes“.

## résumé <sup>3</sup>

Survivre c'est d'abord “manger et ne pas être mangé.“

Tôt ou tard, il est impossible de ne pas être mangé.

L'homme n'est pas une exception.

### 1. LIRE L'ÉVOLUTION. L'ergodicité et l'invariance de jauge du vivant : les niveaux d'organisation du vivant, leur définition qualitative “invariante”.

Tout **système vivant**, quel que soit son niveau d'organisation, possède : • la capacité de **mouvement**, • la capacité de **mobilisation de la matière et de l'énergie**, • la capacité de **réaction à des stimulations**, • la capacité de **croissance**, • la capacité d'**intégration** à un milieu de survie, son écoexotope (Bricage, 1984), • la capacité de mettre en place et de maintenir une **organisation** interne (Bricage, 1986a & b, 1991a). Ces capacités lui permettent de **survivre** et de mettre en place • la capacité de “**se survivre**“, qui permet à son espèce, à sa forme de vie, de survivre (Bricage, 2000a).

Ces **7 caractéristiques fonctionnelles, mutuellement nécessaires et suffisantes**, permettent de définir tout système vivant, avec ces **7 “degrés de liberté”**, sur l'ensemble des **écophases** de son cycle de développement (Bricage, 2002b) : **figure 1**.

**Se survivre est aléatoire et n'est possible qu'un temps** (Bricage, 2000b).

**Se survivre représente un coût d'organisation et d'intégration pour la survie d'un système vivant** (Bricage, 2000a & b).

1 du grec : **phylo** : tribu, lignée (évolutive), **tagm** : mise en ordre, regroupement, **classement** (tagme : dans une métamérie hétéronome, ensemble de métamères associés formant une région) (Lecointre & al. 2006) <http://biologie.fr.free.fr/racines.htm#T>, **taph** : tombeau (épi-taphe : écritre “après la mort”, taphr : fosse, creuser).

La **taphonomie**, terme proposé par Efremov (1940), est l'étude de l'enfouissement sous toutes ses formes aboutissant à la formation de gisements fossilières <http://www.universalis.fr/encyclopedie/T401387/TAPHONOMIE.htm>. La **taphonomie est l'étude du processus de fossilisation**. Elle permet de connaître la cause qui est à l'origine de la mort. Elle aide à en savoir plus sur l'environnement du fossile. Ainsi, pour un squelette, elle renseigne par exemple **sur les modifications** osseuses (les os ont-ils été brûlés, cassés ou mordus?), sur les atteintes aux carcasses (ont-elles été démembrées par des prédateurs ou des charognards?) et sur l'**histoire de l'enfouissement** (rapide, lent, l'évolution après le recouvrement du corps). L'étude de la pétrification de l'os en fait également partie. <http://dinonews.net/wiki/index.php?title=Taphonomie>

La **phylogénèse** désigne la reconstitution hypothétique de l'évolution des espèces et autres taxons, qui précise leur apparentement et les fait dériver les uns des autres, depuis les organismes les plus simples jusqu'aux plus complexes, selon la taxinomie actuelle.

[http://www.dictionnaire-environnement.com/phylogenie\\_ID4143.html](http://www.dictionnaire-environnement.com/phylogenie_ID4143.html)

« La réalité de l'évolution des êtres vivants ne se discute plus guère. Il n'en va pas de même de ses modalités. La difficulté principale réside évidemment dans l'immense durée du phénomène étudié. » (Encyclopédie Universalis).

<http://www.universalis.fr/encyclopedie/O141581/PHYLOGENÈSE.htm>

La **phylotagmotaphologie** est donc l'étude des lois de l'évolution du vivant, “au-delà de la survivance des corps” (Mauro & al. 2006), à partir de l'**étude des restes de son passé** (jusqu'à aujourd'hui), **quels que soient ces restes et quel que soit le niveau d'organisation considéré** **afin de permettre une prévision de son futur**. « **Plus loin on regarde vers le passé, plus loin on voit vers l'avenir.** » Winston Churchill.

2 « **Sur le fait général qu'il y ait une évolution, tous les chercheurs [...] sont désormais d'accord.**

**Sur la question de savoir si cette évolution est dirigée, il en va autrement.** » Pierre Teilhard de Chardin.

In Le Phénomène humain, p. 137 (1965) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_Teilhard\\_de\\_Chardin](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre_Teilhard_de_Chardin)

3 **en rouge les concepts, les mots-clés, les définitions, les lois importantes du domaine,**  
**en parme les références, les constituants des niveaux d'organisation et les émergences, en vert les “avancées”.**

## L'ÉVOLUTION : **lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives** d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Tout système vivant est défini par **une interface de séparation** qui isole l'intérieur du système (l'endophysiotope) du milieu extérieur de survie (l'écoexotope), il est formé de parties différentes qui constituent, ensemble, **un "Tout" indissociable** et qui sont **spécialisées dans des capacités fonctionnelles différentes** (Bricage, 2002a, 2003). Tout système vivant est formé de la juxtaposition et de l'emboîtement de "compartiments d'espace-temps-action" qui sont indissociables (Bricage, 2001b), qui proviennent de l'intégration en un nouveau "Tout" de **systèmes préexistants à vie libre**.

**Des propriétés nouvelles apparaissent dans le Tout.**

**Le Tout est plus que la somme de ses parties** : il y a mise en place d'un **niveau supérieur d'organisation, SURMESURE** du niveau précédent, et **SUR MESURE...** avec des propriétés nouvelles "émergentes" spécialisées (Bricage, 2005a).

**Mais, simultanément des capacités du niveau d'organisation inférieur sont perdues.**

**Le Tout est moins que la somme de ses parties** (Bricage, 2000a).

**Le niveau d'organisation est défini par son échelle d'emboîtements hiérarchiques** (Bricage, 2001b) : **figure 2**.

Quelle que soit la stratégie de survie, elle présente **toujours des avantages et des inconvénients** et elle représente **un coût en matière et en énergie** qui entraîne une réduction des potentialités de croissance, et qui doit être à nouveau **payé à chaque nouvelle génération**.

## 2. ÉCRIRE L'ÉVOLUTION. **Le "moteur" de l'évolution créatrice : les Associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.**

La meilleure "défense", pour "manger et ne pas être mangé", pour survivre et se survivre, n'est, ni la défense passive, ni la défense active. **Tout se passe comme si** sous l'immense variété des formes vivantes se cache une très grande similitude de l'organisation et des mécanismes. **Tout se passe comme si** la cellule n'avait été inventée qu'une fois !

Au cours de l'évolution, des avantages sont devenus des inconvénients, et inversement, des inconvénients sont devenus des avantages. **Survivre c'est "TRANSFORMER les INCONVÉNIENTS en AVANTAGES et ÉVITER que des AVANTAGES DEVIENNENT des INCONVÉNIENTS !"** (Bricage, 1998, 2000b, 2001a, 2005b).

Des **équilibres de survies réciproques** peuvent s'installer, après plusieurs générations de survie difficile, entre des organismes **initialement en conflit**. (Bricage, 2008b & c).

Entre systèmes antagonistes, pour avoir une relation durable, permettant la survie réciproque, il ne faut ni lutter, ni coopérer mais **"fusionner" ... en un équilibre, partenarial, dynamique... réciproque, synallagmatique, où les partenaires ne forment plus qu'un** : le système nouveau est une **association à avantages et inconvénients réciproques et partagés** (ou **ARMSADA** <http://www.armsada.eu>), les parties deviennent inséparables dans le Tout, et le Tout est un nouveau niveau d'organisation, d'échelle supérieure à celles de ses parties.

**Dans le Tout indissociable, ce qui est un avantage pour l'un des partenaires est un inconvénient pour l'autre et réciproquement. Les inconvénients et les avantages sont mutuels et réciproques.**

Les parties et le Tout fonctionnent "inter-dépendamment" : "**un pour tous et tous pour un**".

Le Tout est **espaces et temps**, le Tout est **objets et réseaux**, le Tout est **pluri-actions, inter-actions et rétro-actions**. L'aspect de **l'espace-temps-action** des êtres vivants réside à la fois dans les objets eux-mêmes et dans les propriétés des processus, de maintien ou de changement, auxquels ils contribuent, activement, par une succession incessante de changements dans l'activité des "compartiments" de leur organisation (Bricage, 2009b & c) et dans leurs interactions : **figure 4**.

Toute **agression** qui modifie les conditions de survie de l'un modifie celle de l'autre. Si un **déséquilibre** s'installe, entre les partenaires, au sein du réseau associatif symbiotique, ses conséquences peuvent entraîner une **rupture** de l'association.

Cette symbiose est une organisation **durable à des échelles de temps, d'espace et d'actions, très supérieures à celles des partenaires constituant l'association** (Bricage, 2002a, 2003).

Pour tout parasite, ou hôte hébergé, et l'homme y compris (Bricage, 2009d), l'alternative est la suivante :

ou **se survivre, à son niveau d'organisation et d'intégration, en détruisant son hôte, et... ne pas survivre, ou... disparaître, en s'intégrant à son hôte, et survivre à un niveau supérieur d'organisation** (Bricage, 2005d, 2008d).

Ainsi, les cellules sexuelles, capables de survivre un temps limité dans un espace limité, sont incapables de se survivre. Elles sont condamnées à mort dès leurs naissances. Sauf... si elles se rencontrent et fusionnent. **Leur union aboutit à la mise en place d'une association à avantages et inconvénients réciproques et partagés, organisation nouvelle, niveau supérieur d'organisation, intégré(e) à un nouvel écoexotope, qui retrouve toutes les capacités du vivant, et est capable de survivre et de se survivre.** Union, sur mesure, et démesure, elle aboutit à **un changement d'échelle spatiale et temporelle**, c'est une **métamorphose** et une **transgression** vers un nouveau niveau supérieur d'organisation et d'intégration. **Le Tout est un et multiple** par ce qu'il naît d'une **indissociable union**, d'une "hybridation" (Bricage, 2005c & d) : figure 1c.

Inversement, les cellules sexuelles proviennent d'une **régression** (retour à un niveau inférieur d'organisation).

« **La transformation des espèces n'est plus remise en cause.** »<sup>4</sup> (Tort, 2009).

### 3. DIRE L'ÉVOLUTION. La “phénoménologie“ de l'évolution du vivant : la modélisation systémique des unités d'espace-temps-action du vivant.<sup>5</sup> “Collecter, comprendre, continuer, coopérer, ... Créer.“

Quelle que soit l'échelle d'observation, il existe 2 lois biologiques, **homothétiques, invariantes** :

la loi qualitative de périodicité organisationnelle **tableau 1** et

la loi quantitative de l'inter-relation entre l'espace et le temps **figure 3** qui représentent l'**entéléchie**.

- On observe une répétition spatiale des types d'organisation, comme “une onde“ qui parcourt, dans le temps de l'Univers, les espace-temps-actions du vivant au cours de leur évolution du niveau PICOscopique au niveau MÉGAscopique (tableau 1). Le vivant, **à tous ses niveaux d'organisation**, comme au niveau NANoscopique (atomique) est à la fois “**onde et corpuscule**“, et “**matière et énergie**“. Ces différents niveaux d'organisation, **états d'équilibres temporaires locaux**, au sein d'une **organisation globale, unité**, en croissance, obéissent à la même loi d'émergence (**tableau 2**) et à la même loi de gouvernance de leur croissance et de leur reproduction (figure 3).

- Quelle que soit l'échelle d'observation d'un système vivant, quelle que soit sa forme, quel que soit son mode de fonctionnement, quelle que soit sa théorie explicative, il est toujours **une unité d'espace-temps-action**. Pour tout système vivant, quel que soit son niveau d'organisation, tant que la croissance est en cours, l'âge adulte n'est PAS atteint et l'acquisition de la capacité de reproduction (étape qualitative du développement ou **écophase**) est toujours corrélative de l'atteinte d'un **seuil** (étape quantitative) de croissance (une masse critique, ... de matière, d'énergie, d'information et de “formation“... ).

Bien que les êtres apparus (ou à apparaître) dans les espace-temps-actions du vivant “vivant“, du picoscopique au télescopique, soient **en nombres “infinis“** et occupent des échelles d'espace-temps-action “infinies“, ils “**obéissent**“ à des règles dimensionnelles simples. Les **systèmes “physico-chimico-bio-logiques“** en sont des configurations “provisoirement“ stables, qui apparaissent et disparaissent “périodiquement“, qui se déplacent, qui vivent et meurent, quel que soit leur niveau d'organisation, dans “une trame“ commune d'espace-temps-action. Cette trame d'accueil, ce contenant, est “**constructalement“ “vivant“**, et doit donc posséder les mêmes capacités d'espace-temps-action que les systèmes qu'elle/il contient, si elle/il est au moins la somme de ses parties, et, d'autres propriétés émergentes, si elle/il est plus que la somme de ses parties. Comme tout système vivant, il/elle est à la fois, plus et moins, que la somme de ses parties, et possède **une capacité d'accueil** et exprime **une capacité d'être accueilli**.

« *L'homme n'existerait pas sans l'explosion des grosses étoiles et si l'univers n'avait pas évolué depuis des milliards d'années.* » (Acker, 2009). L'homme appartient à l'Univers. Est-il capable d'en être un acteur clef-de-voûte ?

L'humanité est capable d'orienter “**glocalement**“ l'évolution de son écoextope. Elle est l'**acteur clé-de-voûte** de l'espace-temps-action de sa biosphère. **Leurs survies réciproques sont indissociables** (Bricage, 2009b, c & d).<sup>6</sup>

**mots clés** : acteur clef-de-voûte, agoantagonisme, approche systémique, ARMSADA, **association(s)**, atome, autonomie, avantages, “big bang“, cancer, **capacité d'accueil, capacité d'être accueilli**, cellule, contingence, croissance, **cycle**, développement, dimension, durabilité, **échelle(s)**, écoextope, **écophase(s)**, écosystème, **émergence, endophysiotope**, énergie, épigénétique, **ergodicité, espace-temps-action**, espèce, évolution créatrice, flux, fractal(e), galaxie, génétique, global, glocal, héritage(s), hôte, humanité, inconvénients, individu, intégration, itération, local, logistique, lois systémiques, macroscopique, matière, métamorphose, microscopique, molécule, **monère(s)**, mouvement, mutualisme, niveaux, organisation spatiale et temporelle, paradigme, partage, particule(s), parties, quantique, quantum, réaction, réciprocité, reproduction, régression, **se survivre**, SIDA, stimulation(s), supragression, survivre, symbiose, système, systémique, téloscopique, Tout, transgression, Univers, vaccin curatif, vivant, virus.

#### **documents :**

- |  |               |
|--|---------------|
| Figure 1. Les caractéristiques fonctionnelles mutuellement nécessaires et suffisantes du vivant. | p. 92 & 93.   |
| Figure 2. Niveaux d'organisation et échelles d'emboîtements hiérarchiques.                       | p. 94 & 95.   |
| Figure 3. La loi quantitative de l'inter-relation entre l'espace et le temps.                    | p. 96 à 104.  |
| Figure 4. La loi systémique constructale.  | p. 104.       |
| Tableau 1. La loi qualitative de périodicité organisationnelle.                                  | p. 105 & 106. |
| Tableau 2. Concepts et mots-clés... d'un nouveau paradigme.                                      | p. 107 à 109. |

5 Pour citer ce travail, prière d'indiquer cette référence :

Bricage P. (2009) Métamorphoses et “phylotagmotaphologie“ du vivant : l'évolution du vivant a une direction. Comment est-elle orientée ? L'évolution du vivant a-t-elle une direction ? Colloque de l'Association des Amis de Pierre Teilhard de Chardin, Centre de Sèvres, Paris, 109 p. <http://www.armsada.eu/pb/bernardins/phylotagmotaphologie.pdf> et/ou (site miroir) <http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOsystemique/evolutioncreatrice.pdf>

6 Le texte peut se lire sans les notes de bas de page. Elles ont pour but d'apporter une explication ou une précision supplémentaires, pour approfondir et compléter, ou, un point de vue différent, voire d'introduire une controverse.



## Introduction<sup>4</sup> : de l'épopée<sup>7</sup> à l'appropriation.

« *Avant de savoir écrire, l'attention de l'humanité fût attirée par les phénomènes astronomiques...* », le mouvement des étoiles, dont les constellations furent gravées sur des pierres taillées, et les phases de la lune servirent à construire des calendriers (Raichvarg, 1995). De tout “temps”, la biologie fut d'abord “chrono-biologie” (Bricage, 1997) !

« *Depuis la plus haute Antiquité, les hommes cherchent à rendre raison du monde. Durant des millénaires, les civilisations ont accumulé un riche savoir... Avec les Grecs, un mode de connaissance nouveau, centré sur la recherche de la preuve et de la démonstration, se constitue... la science, où quelques principes fixent l'ensemble des processus... En mathématiques, en astronomie, en médecine, GALILÉE<sup>8</sup>, DESCARTES, NEWTON ou HARVEY construisent une nouvelle représentation de l'Univers mêlant expérimentation et mathématisation, de telle sorte que les phénomènes de la nature puissent être reconstruits. Observer, classer, mesurer, expliquer, prévoir... Une dynamique s'est enclenchée.* » (Maurel & Dortier, 2001a & b).

« *Au départ, il y a COPERNIC et sa formulation de l'héliocentrisme; à l'autre pôle, l'évolutionnisme de LAMARCK et la mécanique analytique de LAGRANGE.* » (Blay, 2001) :

**1609** Thomas HARRIOT observe la Lune<sup>9</sup> avec une lunette astronomique.<sup>10</sup>

Johannes KEPLER publie Astronomia nova, ouvrage dans lequel il démontre grâce aux observations antérieures de Tycho BRAHÉ (1546-1601)<sup>11</sup>, le caractère elliptique et héliocentrique des orbites planétaires (première loi “mathématique”) et renseigne sur la vitesse avec laquelle une planète décrit son orbite (deuxième loi) (Tonnelat, 2004).<sup>12</sup>

GALILÉE perfectionne la lunette en un télé-scope “simple”<sup>13</sup> qu'il utilise pour l'observation d'autres corps célestes (Asimov, 1985) et il fait plusieurs découvertes qui changent définitivement le regard que l'homme porte sur le monde : la Lune a des montagnes tout comme la Terre, la surface du Soleil présente des “taches solaires”, la planète Jupiter a des satellites en orbite tout comme les planètes tournent autour du Soleil (Ridpath & Brunier, 1987).

C'est en leur honneur que l'année 2009 a été proclamée **Année mondiale de l'astronomie**.

Naissance à Béziers, de l'ingénieur Pierre-Paul RIQUET, constructeur du Canal du Midi.

**1639** Émeutes de la faim et révolte des “va-nu-pieds” en Normandie.

**1679** Edmund HALLEY publie son Catalogus stellarum australium.

Début des dragonnades, persécution des jansénistes et des protestants en France.

Décès de Thomas HOBES<sup>14</sup>, auteur de Léviathan. « *Avant DESCARTES, comme le montre bien Short Tract of First Principles, il conçoit le monde dans les termes d'un mécanisme strict, en termes de mouvements, caractérisant des corps définis par leur étendue et par leur forme.* » (Polin, 2004).

**1709** Une vague de froid, le “Grand Hiver”, touche toute l'Europe, et particulièrement la France.

À Paris, durant le mois de janvier la température reste inférieure à -10 °C pendant plus de 10 jours, elle descend même à -26 °C (record jamais battu !), 24.000 personnes meurent de froid. La Seine gèle ! Les intempéries rendent le ravitaillement impossible pendant trois mois. Le vin gelé dans les tonneaux est débité à la hache. Presque tous les cours d'eau français gélent et même l'océan Atlantique le long des côtes ! Presque tous les noyers, oliviers, pommiers et vignes périssent, ainsi que les vieux châtaigniers qui servaient à faire les poutres, et même les graines semées dans le sol. Les mauvaises récoltes dans toute l'Europe amènent la famine, avec des épidémies de dysenterie et de typhoïde et de nombreuses “émeutes de la faim”..., il y a plus d'un million de morts en France ! À Paris, la troupe fait feu sur la foule et la ville est mise en état de siège. Le déficit de l'État Français atteint l'équivalent de 1000 tonnes de métal argent.

<sup>7</sup> Les datations non accompagnées de références proviennent en ligne, soit de l'Encyclopédie thématique d'Universalis, soit de wikipedia.

<sup>8</sup> “Rappelons nous que nous traitons d'infinis et d'indivisibles, inaccessibles à notre entendement fini, les premiers à cause de leur immensité, les seconds à cause de leur petitesse.”

Galilée (1564-1642) In Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze (1638).

<sup>9</sup> d'où le nom de l'instrument... **la lunette**. Constituée de deux systèmes optiques, elle donne d'un objet très éloigné une image renversée.

<sup>10</sup> **Le microscope**, inventé en 1608, permet les premières observations du monde microscopique.

Mais, c'est seulement en 1665 que Robert HOOKE publie Micrographia (Margenau & Bergamini, 1966).

<sup>11</sup> « *Tycho BRAHE n'avait que 14 ans lorsqu'une éclipse de soleil l'enflamma pour l'astronomie. Il entreprit alors l'oeuvre de sa vie : la correction des erreurs des tables astronomiques existantes.* » Avec son jeune assistant Johannes KEPLER, « *il releva la position de 777 nouvelles étoiles au moyen de nouveaux instruments construits selon de nouvelles normes.* » (Margenau & Bergamini, 1966).

<sup>12</sup> C'est à partir des lois de KEPLER que NEWTON dégagera le principe de l'attraction universelle.

<sup>13</sup> « *Le télescope à réflexion de Newton, qui est constitué d'un objectif à miroirs et d'un oculaire formé par une lentille mince convergente qui joue le rôle de loupe* » (Lemoal & Thouroude, 2005) « date de 1668. » (Margenau & Bergamini, 1966).

<sup>14</sup> Hobbes (1588-1679) est surtout connu pour sa phrase : « *Dans l'état de nature, l'homme est un loup pour l'homme.* ».

- 1719 Décès de John FLAMSTEED, auteur du premier "catalogue" d'étoiles (Ridpath & Brunier, 1987). Daniel DEFOE publie son "Robinson Crusoe".
- 1759 Charles MESSIER observe le passage de la comète de Halley à son point le plus proche du soleil (Asimov, 1985). Leonhard EULER crée la théorie des Graphes et définit la notion de "graphe eulérien" (Pestel, 2007). Décès de Pierre Louis Moreau de MAUPERTUIS, mathématicien et astronome, auteur du **Principe de Moindre Action**, dont les bases théoriques seront développées par EULER (Criton, 2007).<sup>15</sup>
- 1769 Naissance du paléontologue Georges CUVIER.
- 1779 Antoine Laurent de LAVOISIER<sup>16</sup> caractérise l'oxygène.
- 1789 William HERSCHEL construit le premier télescope "moderne", ce qui lui permet d'observer les satellites de la planète saturne. Révolution française et "déclaration des Droits de l'Homme" ... LAVOISIER publie son Traité élémentaire de chimie, premier manuel de chimie moderne.
- 1809 GAUSS présente sa Théorie du mouvement des corps célestes (*Theoria motus corporum caelestium*). Le 23 novembre, LAMARCK présente le transformisme dans sa Philosophie zoologique.<sup>17</sup> C'est le passage d'une vision statique à une conception dynamique du vivant.<sup>18</sup> Première découverte d'un fossile de dinosaure, un iguanodon. Le savant français Louis Joseph GAY-LUSSAC isole l'élément bore. Joseph HAYDN, auteur de "Das Palindrom" « *Ma fin est mon commencement et mon commencement est ma fin.* » (Busser, 2002), meurt.<sup>19</sup> Victoire de Napoléon, "seul contre tous...", à Wagram. Naissance de Charles DARWIN.<sup>20</sup>
- 1819 Étienne GEOFFROY SAINT-HILAIRE publie une Histoire Naturelle des Mammifères.
- 1829 Décès de Jean-Baptiste LAMARCK.
- Carl Friedrich GAUSS énonce le **principe de la moindre contrainte** (Dieudonné & Costabel, 2004).
- 1849 Alcide d'ORBIGNY définit les étages du Jurassique et du Crétacé par leurs faunes (Ellenberger, 2004). Décès de Pierre-François VERHULST, "créateur" de la fonction logistique (Frontier & al., 2004).
- 1859 À la fin de l'été, une aurore boréale fût perçue pratiquement sur toute la planète. cet événement exceptionnel était dû à une éjection record de matière par le soleil (Collectif, 2007). John William DAWSON découvre les premiers fossiles de plantes "totalement différentes d'espèces connues", éteintes ou actuelles, les Ptéridophytes du Dévonien, au Québec (Nabors, 2008).

15 Plus d'un siècle et demi avant la révolution quantique, il ouvre la voie conceptuelle de l'intégrale des chemins de FEYNMAN et de l'électrodynamique quantique. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_Louis\\_Moreau\\_de\\_Maupertuis](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre_Louis_Moreau_de_Maupertuis)

16 Auteur "présumé" du célèbre aphorisme : "Rien ne se crée, rien ne se perd, tout se transforme." (Durupthy & al., 2002). [http://fr.wikipedia.org/wiki/Antoine\\_Lavoisier](http://fr.wikipedia.org/wiki/Antoine_Lavoisier)

17 Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), d'abord élève des Jésuites, est destiné à la vie ecclésiastique, mais il devient officier, puis commis de banque... et entame des études de médecine, tout en suivant des cours de botanique ! C'est Georges Louis Leclerc, comte de BUFFON (1707-1788), intendant des Jardins du Roy, qui le remarque... parce que Lamarck "remet en cause la classification de Charles LINNÉ".

18 « *Le terme de biologie, inventé par le géologue T. G. A. Roose en 1797, est défini par Lamarck en 1800. Lamarck, botaniste, auteur en 1778 d'une flore française, en 1793 à la chaire de zoologie (insectes, vers, animaux microscopiques) du Muséum d'Histoire Naturelle, a pour mission de mettre de l'ordre dans les collections (de coquilles). Cet exercice le mènera à une nouvelle façon de penser le vivant, le transformisme, qu'il présente en 1809 dans La Philosophie zoologique.* » (Fischer, 2001)... alors qu'il a 65 ans !

19 « *Il n'existe que deux langages universels : la musique et les mathématiques.* » (Besson & al., 2002). Franz Joseph HAYDN est né en 1732 dans une famille "très modeste". Deuxième de douze enfants, dont six seulement survivront à l'âge adulte ("sélection naturelle oblige" !), il mène de nombreuses années une vie difficile, dans la pauvreté, livré à lui-même sur le pavé de Vienne (où il reviendra mourir). Sa carrière musicale couvre toute la période de la fin du baroque aux débuts du romantisme. "Père de la symphonie, Père du quatuor à cordes", dont il a contribué à l'émergence et la consolidation, Haydn incarne le classicisme viennois au même titre que Mozart et Beethoven. Ludwig van Beethoven fut son élève, Wolfgang Amadeus Mozart fut son ami. Les trois compositeurs ont été regroupés par la postérité sous le vocable de "trinité". « ... isolé du monde, je n'avais auprès de moi personne qui pût me faire douter de moi ou me tracasser, force m'était donc de devenir original. » Joseph HAYDN. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Haydn](http://fr.wikipedia.org/wiki/Joseph_Haydn)

Charles Darwin, fils et petit-fils de médecin, dont les fils furent botaniste (Francis), astronome et mathématicien (George), ingénieur du génie civil (Horace), économiste, eugéniste et homme politique (Leonard), et dont le petit-fils Charles Galton Darwin (1887-1962), fils de George, fut mathématicien, physicien et eugéniste, est l'auteur de « *L'Origine des espèces par le moyen de la sélection naturelle, ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie* (*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*) publié le 24 novembre 1859, dans lequel il explique le mécanisme prédisant, selon lui, à l'évolution graduelle des espèces vivantes dans la nature. » <http://fr.wikipedia.org/wiki/Darwin> [http://fr.wikipedia.org/wiki/L%27origine\\_des\\_esp%C3%A8ces](http://fr.wikipedia.org/wiki/L%27origine_des_esp%C3%A8ces)

20 Charles Darwin (1809-1882), L'origine des espèces (1859) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Darwin](http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin)  
« *Darwin apporte au transformisme de Lamarck des modifications essentielles qui tiennent à deux notions : le hasard et la sélection naturelle.* » (Fischer, 2001).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Rudolf Ludwig Karl VIRCHOW fonde l'histologie.<sup>21</sup>

Le 24 novembre, **parution de l'ouvrage de Charles DARWIN *De l'origine des espèces*** (Filleul, 2009).

« *Darwin se différencie de Lamarck car, pour lui, les variations au sein des populations sont indépendantes des changements de l'environnement. Le milieu opère ensuite une sélection parmi les individus. Seuls survivent et se reproduisent ceux ayant acquis des variations qui leur permettent d'être adaptés aux nouvelles conditions. Le transformisme s'oppose au fixisme de CUVIER.* » (Carton, 2009).<sup>22</sup>

Rudolf CLAUSIUS introduit **le concept de libre parcours moyen et d'entropie**.

Louis PASTEUR débute la mise au point d'un protocole expérimental rigoureux de stérilisation qui lui permettra de porter le coup de grâce à la théorie de la génération spontanée. « **La vie naît de la vie ...** »

Décès d'Alexis de TOCQUEVILLE. Naissance de Pierre CURIE.<sup>23</sup>

**1879** Naissance d'Albert EINSTEIN (1879-1955) à qui l'on doit le principe de **l'inertie de l'énergie**. Naissance de Max Von LAUE (1879-1960) qui soutint, envers et contre tous, que les rayons X étaient des ondes électromagnétiques et qui apporta la preuve, par ses expériences, du caractère ondulatoire de ce rayonnement (Faucher, 1961).

**1889** Décès de Michel-Eugène CHEVREUL, précurseur de l'étude des corps gras, qui introduit la notion de micelle et de "bicouche lipidique" (Durupthy & al., 2002), **fondement du "confinement" cellulaire**. Décès de James- Prescott JOULE (1818-1889) qui fut le premier à effectuer une détermination numérique satisfaisante de l'équivalent mécanique de la chaleur (Faucher, 1961). Naissance d'Edwin HUBBLE (1889-1953) qui va démontrer l'existence de galaxies hors de la notre. Et qui, en observant le décalage vers le rouge de leur spectre, montrera que celles-ci s'éloignent les unes des autres à une vitesse proportionnelle à leur distance, ce qui prouve **l'expansion de l'Univers**.<sup>24</sup> Naissance de Ludwig WITTGENSTEIN. Édification à Paris, d'une tour de 300 m de haut, par Alexandre Gustave EIFFEL.

**1909** Naissance de Gerhard CASIMIR qui mettra en évidence **les fluctuations du vide** (Delerue, 2004b).

Søren Peder Lauritz SØRENSEN propose **l'utilisation d'une échelle logarithmique** pour définir le concept de potentiel Hydrogène ou pH (Durupthy & al, 2002). Les frères WRIGHT "commercialisent" une nouvelle invention, l'avion, avec lequel Louis BLÉRIOT réussit la traversée de la Manche. Au Tendaguru, en Tanzanie, découverte de tout un **écosystème** du Jurassique (datant de 150 millions d'années), le plus grand gisement de fossiles de dinosaures, et de mammifères, avec des squelettes complets (Buffetaut, 2009).

Fondation du parti social-démocrate SDP, d'inspiration marxiste, aux Pays-Bas.

**1919** Fin de la première guerre mondiale, pacte de la SDN (**Société Des Nations**).

Naissance de James LOVELOCK, à l'origine du concept de l'organisme terrestre (Bricage, 2009b).

**1929** C'est **LA crise économique** : dévaluation de 8 fois du niveau des indices boursiers à Wall Street !

Crise à la suite de laquelle le parti national socialiste d'Hitler s'impose, démocratiquement, en Allemagne.

Convention de Genève sur les prisonniers de guerre. Création au Collège de France d'une chaire de "Mécanique animale appliquée à l'aviation.", transformée en 1939 en "Aérolocomotion Mécanique et Biologique."

**Formalisation par Edwin HUBBLE de l'expansion de l'Univers.**

**1939** **Pierre TEILHARD de CHARDIN propose une phénoménologie de l'évolution humaine.**

Exposition universelle de New York. Le magazine américain Time élit Adolphe Hitler comme "homme de l'année".  
Début de la seconde guerre mondiale (Overy, 2009).

Création du **CNRS** Centre National de la Recherche Scientifique.<sup>25</sup> Création, par l'Académie des Sciences, d'un prix thématique biennal en **Sciences de l'Univers**, « **à décerner alternativement en géophysique et en géologie à des savants qui auront fait une invention pour le bien de l'humanité et d'un prix thématique quadriennal en mathématiques, à décerner à un savant qui aura fait une invention pour le bien de l'humanité, dans le ressort des sciences mathématiques et de leurs applications.** ».<sup>26</sup> Invention du microscope électronique à transmission.

21 Rudolf Ludwig Karl VIRCHOW (1821-1902), physiologiste allemand est l'auteur de l'adage « *omni cellula e cellula* », ou comme il le publie en 1858 dans *Cellularpathologie* « *Là où apparaît une cellule, il doit y avoir eu une autre cellule auparavant.* », « *Tout animal apparaît comme la somme d'unités vitales dont chacune porte en elle tous les caractères de la vie* » [http://fr.wikipedia.org/wiki/Rudolf\\_Virchow](http://fr.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Virchow)

22 « *La sélection ne crée rien par elle-même, elle conserve ce qui préexiste, l'oriente par le choix.* » August WEISMANN.

23 Pierre Curie a découvert, avec son frère Jacques, la piézo-électricité et, avec sa femme Marie, le polonium puis le radium (Faucher, 1961).

24 En 1929, « *Hubble découvre que les galaxies s'éloignent à toute vitesse les unes des autres, comme si tout l'Univers était en expansion comme un ballon qui gonflerait. C'est le point de départ des théories cosmologiques modernes.* » (Ridpath & Brunier, 1987).

25 « *créé pour redynamiser une recherche française assoupie dans des universités qui ignoraient alors la génétique ou la physique quantique.* » (Chevassus-au-Louis, 2008).

26 Académie des Sciences, Paris : prix thématiques en mathématique <http://www.academie-sciences.fr/prix/ptm.htm>  
prix thématiques en Sciences de l'Univers <http://www.academie-sciences.fr/prix/ptsu.htm>

**EINSTEIN** "réussit à convaincre" le Président ROOSEVELT d'engager les Etats Unis dans la fabrication de l'arme nucléaire (Goldschmidt, 1982). Ce projet aboutira, 6 ans plus tard, avec la bombe atomique à uranium, lâchée sur Hiroshima, et celle à plutonium, lâchée sur Nagasaki (Goldschmidt, 1982).

**1949** La France isole ses premiers milligrammes de plutonium (Goldschmidt, 1982).

Fondations du Conseil de l'Europe et du Conseil Mondial de la Paix

MAO ZEDONG proclame la République populaire de Chine.

**1959** Découverte, en Tanzanie, du Zinjanthrope, par Mary LEAKEY (Senut, 2004).

Décès de Gordon ARMSTRONG inventeur de l'incubateur pour bébés.

**1969** Neil ARMSTRONG "marche" sur la lune ...

Dans une météorite tombée à Murchison, en Australie, on découvre des sphérolites contenant des acides aminés identiques à ceux présents dans les protéines terrestres (Glachant, 1998). Depuis, plus d'une centaine de molécules organiques simples (monomères) présentes dans les macromolécules du vivant terrestre (protéines, acides nucléiques, glucides et lipides) ont été identifiées dans l'espace extra-terrestre (Durandeau, 2002).

Robert Harding WHITTAKER décrit un nouveau règne, celui des **monères** (Tortora & al., 2004).

Démission du Général De GAULLE.

**1979** Un nouveau type de télescope à miroirs multiples est installé en Arizona (Ridpath & Brunier, 1987).

La sonde "Pioneer Venus Orbiter" établit une carte radar de la surface de la planète Vénus (Menzel & al., 1989).

**« À l'Institut de Technologie de Californie, l'étude des états de transition, dont la durée de vie est inférieure à une picoseconde, lors des réactions chimiques au niveau moléculaire, devient possible grâce à des faisceaux de lasers. »** (Zewail, 1991).

Deuxième choc pétrolier & accident nucléaire de Three Mile Island. Les Etats-Unis "dominent" le monde ...

**1989** Chute du mur de Berlin, en Allemagne, & massacre de la place Tien An Men, en Chine.

Création au Collège de France d'une chaire en **Astrophysique observationnelle**.

La sonde Voyager 2 atteint la planète Neptune, douze ans après son lancement depuis la Terre.

Découverte de l'origine simienne du virus du SIDA dans des fèces de chimpanzé (Lewino, 2009).

**1999**<sup>27</sup> LOVELOCK publie La Terre est un être vivant. L'hypothèse Gaïa. (Bricage, 2009b & d).

Mise en orbite, par l'Agence Spatiale Européenne, du **téléscope spatial XMM-Newton**, capable d'observer des objets depuis le rayonnement X jusqu'au domaine du visible, tout en connaissant leur composition chimique, leur température et leur vitesse de déplacement. XMM-Newton a découvert de la matière noire sous forme de pont de gaz reliant 2 amas de galaxies, Abell 222 et Abell 223, situés à 2,3 milliards d'années de la Terre.<sup>28</sup>

Éclipse totale de soleil, visible en Europe, au Proche et au Moyen Orient et en Inde. Et, comme tous les 33 ans, la pluie des météores des Léonides (jusqu'à plus de 1000/minutes) "frappe" la Terre (Menzel & al. 1989).

**2009** Les Nations Unies et l'UNESCO déclarent 2009 Année mondiale de l'astronomie (Acker, 2009).

Remplacement, en orbite, de l'informatique et de l'optique, du satellite d'observation spatiale Hubble.

La plus longue éclipse totale de soleil du siècle est visible aux Indes et en Chine.

**« Notre planète est une, et tout nouveau fragment de savoir, toute percée technologique ont un impact global, indépendant de leur domaine de développement initial. »** (Lévi & Ramonet, 1995).

Aujourd'hui, « **L'espace s'est banalisé... Par le biais des satellites de télécommunication... le téléphone, la télévision, l'ordinateur "tombent du ciel". Et, les profits sont énormes.** » (Ramonet, 1995). Mais, les programmes spatiaux sont extrêmement coûteux et ils n'ont que des retombées économiques incertaines. Et d'autres priorités, pour un développement durable de notre planète, et la survie de l'humanité, sont plus immédiates : la lutte contre la pauvreté et l'exclusion sociale, la lutte pour l'accès de tous à l'eau potable, à la santé, au logement et à l'éducation (Bricage, 2009b).

Dans la tradition atomiste de la pensée grecque, depuis LEUCIPPE, DÉMOCRITE, ÉPICURE et ARISTOTE, qui voyaient dans les atomes et le vide les constituants ultimes du monde (Feldman & al., 1984), ...

27 Éphémérides disponibles sur **wikipedia** aux adresses <http://fr.wikipedia.org/wiki/xxxx>, où xxxx est l'année.

28 L'Univers est constitué de 5 % de matière ordinaire (les particules élémentaires : protons, neutrons, électrons) composant les atomes, les molécules, les êtres vivants et toutes les structures "visibles" dans l'Univers observable (étoiles, galaxies, amas), de 22 % de matière sombre et de 72 % d'énergie sombre. Les galaxies ne comptent que pour la moitié de cette matière ordinaire. La matière manquante est répartie entre elles sous la forme de nuages de gaz aussi fin qu'extrêmement chaud et de très faible densité.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

« Nous avons, par effroi devant l'infinité des possibles, propension à imaginer l'Univers sur le modèle de l'ordre d'une demeure familiale. » (Lecourt, 1995), même si nous savons que

« L'espace n'est pas dans les choses, ni les choses dans l'espace. » Emmanuel Kant,

et que l'espace-temps désigne une qualité topologique du monde des objets, qu'il est un continuum qui permet de penser les événements qui se produisent dans ce monde dont nous sommes une infime partie.<sup>29</sup> Mais, aussi loin que nous remonterons dans le temps, nous ne pourrons jamais voir la naissance de notre Univers, ni surtout la revivre.

Que l'on parvienne ou non à découvrir une théorie ultime de l'Univers...,

« depuis PLATON, le programme assigné aux physiciens est de sauver les apparences, c'est-à-dire de rendre compte des phénomènes » (Motchane, 1995).

Nous ne pouvons émettre que des post-dictions sur les événements passés en exigeant qu'elles soient cohérentes avec nos observations présentes. « On ne trouve en général que ce que l'on cherche...

Et l'odyssée spatiale a d'abord été la concrétisation, par les ingénieurs et les techniciens, des fictions d'écrivains visionnaires d'époques antérieures. Le rêve a suscité la technologie. » (Cassen, 1995).

« Tout champ d'expérience nouveau ne peut être analysé qu'à l'aide de concepts et de principes qui lui sont propres. » Kierkegaard, et « Il est nécessaire de décrire ce que l'on voit dans le langage le plus simple avant d'interpréter. » Husserl. « C'est le langage qui doit s'adapter aux faits et non l'inverse. » Wittgenstein.

Tout système complexe est constitué d'un grand nombre de constituants qui interagissent de façon non-linéaire, chaque composant contribuant au comportement global du système à travers ses interactions locales avec les autres (Zwirn, 2008).

Dans l'étude globale du système, ou de ses interactions, par l'approche systémique (Donnadieu & Karsky, 2002), il importe de rechercher le modèle le plus simple (principe dit du "rasoir d'OCCAM")<sup>30</sup> qui puisse rendre compte de l'ensemble de la réalité observée (Wynn & Wiggins, 2001) : figure 3b1.

« Des êtres vivants aux planètes, des étoiles aux galaxies, TOUS les objets de l'Univers naissent, vivent et meurent. » (Brahic, 1995). Tout se passe comme si sous l'immense variété des formes vivantes se cache une très grande similitude de l'organisation et des mécanismes. Tout se passe comme si le proton, ou la cellule, n'avaient été inventés qu'une fois ! Pourquoi ? (Bricage, 2005a & c).

Quel est le langage (le vocabulaire et "les règles"), "unificateur", "le plus simple", qui soit susceptible d'expliquer (pour nous) la réalité (perçue par nous) de notre Univers ?

Quel point de vue d'anamorphose faut-il adopter pour la découvrir ?

Quel homomorphisme faut-il mettre en oeuvre pour la comprendre et l'expliquer ?

L'évolution est-elle un progrès ?

L'Univers est-il vivant ?<sup>31</sup>

29 Le télescope spatial Hubble <http://hubblesite.org> a fourni les preuves que des planètes gravitent autour d'étoiles autres que le Soleil, que la plupart des galaxies contiennent un trou noir en leur centre, que l'Univers est uniforme à grande échelle et que la Terre occupe un endroit quelconque dans l'Univers. [http://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9lescope\\_spatial\\_Hubble](http://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9lescope_spatial_Hubble)

30 « La logique, au Moyen Âge, est un art de la persuasion, de l'explication,..., dans un contexte religieux, un instrument de conversion. » (Boquin & Celeyrette, 2003).

Guillaume d'Ockham, (ou OCCAM) (1280-1349), est un des protagonistes de la théorie des conséquences (consequentialia) dans sa *Summa logicae*, il est aussi à l'origine du nominalisme (Boquin & Celeyrette, 2003).

« La théorie est constituée d'une suite de règles précisant les conditions de validité d'une "conséquence" ...»

dont celle dite du "rasoir" ... d'Occam (Boquin & Celeyrette, 2003).

31 Ce travail est disponible en 2 versions

- cette version, "complète", sous la référence :

Bricage P. (2009) Métamorphoses et "phylotagmotaphologie" du vivant. *L'évolution du vivant a-t-elle une direction ? Colloque de l'Association des Amis de Pierre Teilhard de Chardin, Centre de Sèvres, Paris*, 109 p.  
<http://www.armsada.eu/pb/bernardins/phylotagmotaphologie.pdf>

- et une version "abrégée", sous la référence :

Bricage P. (2009) L'évolution du vivant a une direction. Comment est-elle orientée ? *L'évolution du vivant a-t-elle une direction ? Colloque de l'Association des Amis de Pierre Teilhard de Chardin, Centre de Sèvres, Paris*  
<http://www.armsada.eu/pb/bernardins/evolution.pdf>



**“de la biologie à la physique” & “de la physique à la biologie” :**

**L'ÉVOLUTION CRÉATRICE.**

résumé : LIRE l'évolution, ÉCRIRE l'évolution, DIRE l'évolution. p. 1.  
introduction : de l'épopée à l'appropriation. p. 4.

**I. La biosphère terrestre : Les niveaux macroscopiques et microscopiques.<sup>32</sup>**

1. **Les 7 caractéristiques fonctionnelles du vivant “vivant” : SURVIVRE et SE SURVIVRE.** p. 11.

- 1a. La mobilisation de la matière et de l'énergie.
- 1b. La croissance.
- 1c. Les réactions aux stimulations.
- 1d. **L'organisation, dans l'espace, dans le temps et dans l'action, de l'endophysiotope.**
- 1e. **L'intégration à un écoexotope de survie.**
- 1f. **La reproduction (SE SURVIVRE).**
- 1g. Le mouvement.

2. **Les niveaux d'organisation du vivant “vivant” :** p. 15.

- 2a. **Tout niveau est une unité d'espace-temps-action.**
- 2b. **La vie est un flux ergodique, fractal et contingent vers des états de niveau supérieur.**
- 2c. **Superposition, semi-autonomie et inséparabilité :**

- 2c1. Le Tout & les parties : juxtapositions et emboîtements.
- 2c2. Le Tout & les parties : métamorphoses simultanées et réciproques.
- 2c3. Le Tout & les parties : intégration interactive, agoantagoniste et réciproque.

3. **Les Associations à Avantages et Inconvénients Réciproques et Partagés. ARMSADA.** p. 19.

3a. Qu'est-ce que c'est ? Comment cela fonctionne ? Comment cela naît ?

Quoi ?, Où ?, Quand ?, Comment ?, Pourquoi ?

- 3a1. ÉcoPhysiologie : pour que l'un survive, il faut d'abord que l'autre survive.
- 3a2. Le bilan biologique systémique.
- 3a3. L'exemple de l'économie de la cellule végétale.

3b. **Le paradigme “modèle” : les acteurs... LIRE l'évolution.** p. 22.

- 3b1. La capacité d'être accueilli et la capacité d'accueil sont en interactions.
- 3b2. Les capacités d'accueil impliquent une réciprocité.

3c. **Le paradigme “modèle” : ses prédictions ... ÉCRIRE l'évolution.** p. 23.

- 3c1. **L'origine virale de la cellule.** p. 23.
- 3c2. Un vaccin curatif contre le SIDA. p. 24.
- 3c3. Un vaccin curatif contre le cancer. p. 25.

3d. **Ses validations biologiques... DIRE l'évolution.**

- 3d1. SIDA : vers une nouvelle ARMSADA.
- 3d2. Cancer : hors des ARMSADA point de salut !

**II. Les autres niveaux d'organisation et d'intégration des systèmes vivants.** p. 27.

**A. Les niveaux télé-scopiques et méga-scopiques.**

1. **La biosphère planétaire terrestre.**

2. **Les étoiles et les systèmes stellaires.** p. 29.

2.a. SURVIVRE.

2.a.1. MOUVEMENT.

2.a.2. Mobilisation de la MATIÈRE et de l'ÉNERGIE.

2.a.3. CROISSANCE en MASSE.

<sup>32</sup> « Les détails de l'ordre du **millimètre** sont discernables à l'oeil nu. Le microscope optique ne permet pas de discerner les détails d'un objet inférieurs au **micromètre**. » In La physique à la portée de tous. Alexandre KITAÏGORODOSKI (Lemoal & Thouroude, 2005).

L'ÉVOLUTION : **lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives**  
**d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.**

2.a.4. ORGANISATION.	
2.a.5. INTÉGRATION.	
2.a.6. RÉACTIONS AUX STIMULATIONS.	
2.b. SE SURVIVRE.	
2.b.1. Reproduction et RÉTROGRESSION.	
2.b.2. Apparition et ÉMERGENCE par ARMSADA.	
2.b.3. Évolution : modules de futures ARMSADA.	
3. Les systèmes métastellaires : les galaxies.	p. 35.
4. Les systèmes supra-galactiques.	p. 38.
<b>B. Les niveaux nano-scopiques et pico-scopiques.</b>	p. 41.
1. Les systèmes supra-macromoléculaires : les organisomes.	
2. Les molécules et macromolécules.	p. 42.
3. Les atomes.	p. 44.
4. Les particules.	p. 49.
5. les quarks.	p. 53.
6. les cordes.	p. 56.
7. l'échelle de Planck.	p. 57
<b>C. Invariance d'échelle et homothétie fractale.</b>	p. 58.
1. Tout est relatif... à l'écoexotope de survie.	
2. Tout est relatif... à l'endophysiotope "unitaire".	
3. Tout est relatif... au champ d'espace-temps-interaction.	p. 60.

**III. Lois d'invariance, qualitative et quantitative, d'auto-organisation et d'émergence.** p. 61.

<b>1. Les niveaux d'organisations</b> (tableau qualitatif).	
1a. Tout nouveau niveau d'organisation résulte de la mise en place d'une ARMSADA.	
1b. par ruptures de symétrie et contingence.	
<b>2. Les paramètres marqueurs de tout niveau</b> (loi quantitative) : causalité & principe de moindre action.	
<b>3. Les prédictions, qualitatives et quantitatives, du modèle.</b>	p. 63
3a. Emergence et SUPRAggression.	
3b. RÉTROgression et rupture de ARMSADA.	
3c. RÉTROgression & SUPRAggression : des événements complémentaires.	
<b>4. DISCUSSION des prédictions du modèle.</b>	p. 64
4a. Les caractéristiques QUALITATIVES du vivant "vivant".	
4b. Les paramètres QUANTITATIFS du vivant "vivant".	
4b1. Temps de génération.	
4b2. complétude et incomplétude du modèle.	
4c. Épistémologie et sérendipité.	
<b>5. LOIS de croissance et de maturation.</b>	p. 68
<b>Conclusions :</b>	p. 71.
Qu'est-ce que la matière ? Qu'est-ce que la forme ?, Collecter, comprendre, continuer ...	
<b>bibliographie</b> : références scientifiques	p. 79.
ouvrages de base en sciences de l'Univers	p. 85.
ouvrages de base en sciences de la vie	p. 86.
ouvrages de base en sciences de la modélisation	p. 88.
sites web à consulter.	
<b>glossaire</b>	p. 89.
<b>index</b>	p. 90.
<b>remerciements</b>	p. 91.
<b>documents</b>	p. 92.



« *La transformation des espèces n'est plus remise en cause...*  
La vie s'ordonne à travers **des équilibres mobiles en constante réfection.** » (Tort, 2009).

## I. La biosphère terrestre.

« **SURVIVRE** c'est "manger et ne pas être mangé", pour **SE SURVIVRE.** »

Pour survivre et se survivre tout système vivant exprime au cours de son cycle de vie **7 caractéristiques fonctionnelles mutuellement nécessaires et suffisantes** pour définir la vie (Bricage, 1991a). Quelles sont-elles ?

« *Le conflit, entre la tendance des organismes à une reproduction illimitée et leur milieu limité, implique la lutte pour l'existence.* » (Tort, 2009). Comment faire face ?

Quelles stratégies les êtres vivants ont-ils mis en place pour "re-créer" la vie et la faire évoluer ? Un jeu, de simulation (Beaussart & Bricage, 2007), SPORE (Govekar, 2008), pose cette question et met en oeuvre des réponses, ce qui lui vaut son succès !

### 1. Les caractéristiques fonctionnelles du vivant "vivant".

Pour survivre (c'est à dire "manger & ne pas être mangé") et se survivre (c'est à dire "redonner leur forme de vie reçue"), les **SYSTÈMES VIVANTS** "vivants" possèdent **7 capacités mutuellement nécessaires et suffisantes**,

"les **invariants du vivant**" (Bricage, 1991a) :

- la capacité de mobiliser des flux de matière et d'énergie (**internes ou externes**),
- la capacité de croissance (en masse, en volume),
- la capacité de réagir (répondre) à des stimulations (internes ou externes),
- la capacité de mouvement (**interne ou externe, passif ou actif**),
- la capacité d'organisation (en, et dans, un **espace-temps-action, modulaire, ergodique**),
- la capacité d'intégration (le fait d'être indissociable d'un espace-temps-action de survie),
- la capacité de reproduction (et, éventuellement, de croissance en nombre).

In Bricage (2000a) <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

Cette **approche systémique** a été développée au sein de l'AFSCET (Association Française de Science des Systèmes <http://www.afscet.asso.fr>) et de l'Union Européenne de Systémique (UES) et "vulgarisée" (18 fichiers pdf, In Bricage 2006a, <http://webcampus.univ-pau.fr/courses/BIOSYSTEMIQUE>).

#### 1a. LA MOBILISATION DE LA MATIÈRE ET DE L'ÉNERGIE.

« *Tout organisme vivant est continuellement parcouru par des flux de matière et d'énergie : flux entrants d'aliments, d'origine externe; flux sortants de déchets, d'origine interne. Et, il est lui-même le siège de flux internes circulants de matière et d'énergie. La première caractéristique du vivant c'est la "capacité" de "mobilisation de la matière et de l'énergie". À tout instant, l'organisme est "dé-construit" et "re-construit" au travers de ces flux, il est continuellement changé et changeant, il est continuellement maintenu en état de survie, et sans qu'il y ait nécessairement croissance. À la mort, ces flux s'arrêtent. Le cadavre devient une source de matière et d'énergie pour d'autres êtres vivants capables de "mobiliser" cette matière issue du vivant.* » (figure 1 In Bricage 2001b, <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>).

Survivre c'est manger et ne pas être mangé, mais, **tôt ou tard, il est impossible de ne pas être mangé.**

#### 1b. LA CROISSANCE.

« *La mobilisation de la matière et de l'énergie permet éventuellement la croissance en masse. La "capacité" de croissance est la deuxième caractéristique du vivant "vivant". Certains organismes comme les arbres "grandissent" toute leur vie. Cette capacité de croissance est aussi une caractéristique du "vivant sociétal humain". La croissance n'est pas forcément nécessaire à la survie d'une organisation. Mais, pour survivre, une organisation doit "mobiliser" de la matière et de l'énergie, qu'elles soient d'origine chimique, physique ou biologique. Elle doit "alimenter" ses acteurs et ses dispositifs technologiques.*

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

*Le maintien, la survie, d'une structure biologique ou sociale, lorsqu'elle est possible, permet, éventuellement, sa croissance, voire l'acquisition de capacités nouvelles.*

*Par définition, la croissance est un processus "quantitatif", c'est l'accumulation, l'augmentation.*

*Par opposition, le développement est un processus "qualitatif" d'acquisition de capacités nouvelles, c'est "l'émergence" de nouvelles potentialités. » :*

- figure 1 *In Bricage* (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

- figure 1 *In Bricage* (2002a) <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

Tout nouveau stade de développement est précédé par une phase de croissance.

La croissance précède toujours le développement.

### 1c. LES RÉACTIONS (LES RÉPONSES) AUX STIMULATIONS.

*« Les prédateurs ne peuvent capturer leurs proies (mobiliser de la matière et de l'énergie) que parce qu'ils ont la "capacité" de "réaction à des stimulations". Ces stimulations proviennent à la fois de leur milieu externe de survie (présence d'une proie "identifiée", par son mouvement par exemple) et de leur milieu interne (sensation physiologique de "faim"). La capacité de réagir à des stimulations, permet (et est le préalable à) la prise de décision du système "vivant" (par exemple, la mise en mouvement pour la capture de la proie). Elle module aussi l'utilisation de la matière et de l'énergie. Elle oriente par exemple le fonctionnement biochimique interne vers la croissance. La capacité de réaction à des stimulations, permet (est le préalable à, et module), à la fois, la capacité de mobilisation de la matière et de l'énergie, et la capacité de croissance. » :*

- figure 1 *In Bricage* (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

- figures p. 4-6 *In Bricage* (2008b) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/bricageCuration.pdf>

*« En retour, la capacité de réaction à des stimulations est possible, est entretenue, et est modulée et "améliorable", grâce à la mobilisation de "plus" (en quantité), ou de "mieux" (en qualité) de matière et d'énergie. »*

La cause produit un effet qui devient à son tour cause et produit un effet qui est la cause précédente :

Loi systémique constructale - figures p. 23 & 42, *In Bricage* (2007b) <http://www.afscet.asso.fr/Ande07pb.pdf>

### 1d. L'ORGANISATION DANS L'ESPACE, LE TEMPS ET L'ACTION de l'endophysiotope.

*« Le neurone, appelé à tort "cellule nerveuse", est une organisation de cellules. Ses propriétés "si particulières" de conduction de l'influx nerveux, en réponse à une stimulation, sont inséparables de l'existence de sa gaine de myéline. Elle est fabriquée seulement après l'accolement à une expansion du "corps" d'une cellule unique et particulière (cellule du corps cellulaire du futur neurone), d'un grand nombre d'autres cellules (dites de la gaine de Schwann). C'est seulement "de cette union qu'émerge", entre autres propriétés nouvelles, la propriété, spécifique à cette organisation, de synthétiser la myéline. Myéline, dont la mise en place permet l'édification d'une organisation nouvelle qui joue le rôle d'un isolant et qui détermine les conditions spatiales et temporelles de conduction de l'influx nerveux. Cette propriété nouvelle est la conséquence d'une possibilité nouvelle de réaction à des stimulations, elle-même conséquence de l'émergence d'une organisation nouvelle dans l'espace-temps<sup>33</sup> de l'organisme. » :*

- p. 12 & 17 *In Bricage* (2000a) <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

- figure 1 *In Bricage* (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

- p. 5 *In Bricage* (2005a), <http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOsystemique/ANLEA05PauPB.pdf>

*« De même qu'il existe une organisation spatiale au niveau du neurone, il existe une organisation temporelle dans son fonctionnement, par exemple dans l'expression de ses gènes. Chez les organismes unicellulaires, à l'aide de marqueurs fluorescents de couleurs différentes, on peut "visualiser" l'expression successive dans le temps de gènes différents. De même qu'il y a une place pour chaque action et chaque acteur, il y a un temps pour chaque action et chaque acteur. L'organisation c'est la mise en place et le maintien, la régulation, d'une compartimentation, dans l'espace et dans le temps d'un système. » et dans l'action !*

- figure 1 *In Bricage* (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

- figure 2 *In Bricage* (2002a) <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

**Tout système est une unité de temps d'espace et d'action.** On doit donc définir, quel que soit le niveau d'organisation d'un système, à la fois, un **ÉcoExoTope** (tope : espace, exo : externe, éco : d'habitation) et un **EndoPhysioTope** (tope : espace, endo : interne, physio : de fonctionnement) caractéristiques de ce système.

33 Cet espace-temps est évidemment un espace-temps-(inter)action(s) : pas de vie sans actions, réactions, interactions, co-actions !

- figure 2 In Bricage (2003) <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde03.pdf>

#### 1e. L'INTÉGRATION à un écoexotope de survie.

« *Tout système vivant est inséparable de son milieu de survie. Il est intégré à un milieu de survie dans lequel il puise et rejette de la matière et de l'énergie, dans lequel il maintient l'organisation structurale et fonctionnelle de son organisme.* »

« *Ainsi, l'homme, organisme vivant "aérien, terrestre" ne peut aller, sous l'eau, ou sur la lune, qu'en emportant avec lui, dans un scaphandre autonome, la technologie qui lui permet de recréer et de maintenir "artificiellement" son milieu de survie, en l'isolant du milieu externe, de non-survie pour lui.* »

« *Pour détruire tous les individus d'une espèce d'un type d'organisme vivant, il suffit de détruire leur milieu de survie. À chaque fois que l'homme, agriculteur, assèche un marais (pour le transformer en pré), à chaque fois que l'homme technicien inonde une vallée (pour mettre en place un barrage de production d'énergie hydro-électrique), il tue toutes les formes de vie qui occupaient précédemment le milieu avant sa transformation. Mais, d'autres formes de vie peuvent éventuellement coloniser le nouveau milieu transformé. La capacité d'intégration est la capacité de ne faire qu'un avec l'écoexotope de survie. L'un et l'autre "survivent" ensemble.* » :

- p. 12 & 17 In Bricage (2000a) <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

- figure 1 In Bricage (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

« *Continuellement, par ses activités, l'homme, comme tout organisme vivant, modifie son milieu de survie. Il le déconstruit en y prélevant de la matière et de l'énergie et il le modifie en y rejetant les déchets de son fonctionnement. Il court ainsi le risque de le transformer tant... qu'il peut le changer trop, pour pouvoir encore y survivre ! Ce n'est pas le milieu qui est détruit, c'est l'homme qui s'auto-détruit en détruisant la capacité d'accueil de son écoexotope de survie ! Par la même action il détruit, avant lui ou avec lui, tous les autres organismes vivants "inféodés" à ce même écoexotope et qui le partageaient avec lui, et aussi ceux qui étaient "inféodés" à sa présence (soit à l'endophysiotope de l'homme comme milieu de survie, ou à l'écoexotope de l'homme comme "créateur" de leur milieu de survie). Mais, tant que d'autres organismes vivants survivent, là, ou ailleurs, certains pourront, éventuellement, coloniser, ou re-coloniser, l'écoexotope déserté, si celui-ci présente une capacité d'accueil suffisante pour leur survie. Et, s'ils sont capables d'entretenir cette capacité d'accueil du milieu-hôte.* » :

- figure 1 In Bricage (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

C'est-à-dire s'ils ont la capacité d'y être accueilli.

- figure 2 In Bricage (2002a) <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

« *L'écoexotope de survie, sociétal, "artificiel", humain est l'équivalent d'un scaphandre autonome... Il permet la survie d'au moins un groupe social occupant ce milieu. Ce "scaphandre sociétal" permet la recréation continue, d'un écoexotope pour le groupe social, et son exploitation, par le groupe social.* ».

Tout écoexotope de niveau d'organisation *i* est un endophysiotope potentiel pour un niveau d'organisation adjacent supérieur *i+1*. - figure 1 In Bricage (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

À tout niveau d'organisation, la survie résulte d'une adéquation entre la capacité d'accueil de l'écoexotope et la capacité d'être accueilli de l'endophysiotope.

- figures 2 & 3 In Bricage (2002) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

Les écosystèmes terrestres sont inséparables de la terre (et réciproquement !). Ce sont eux qui l'ont "terraformée" en modifiant, les roches, les eaux et l'atmosphère, en créant les sols. La terre est inséparable de la lune. C'est la stabilité de l'orbite lunaire autour de la terre qui stabilise l'orbite terrestre autour du soleil. « *La lune tourne autour de la terre en 27,3 jours. Les phases de la lune se répètent avec une période de 29,5 jours.* », « *La lune est le plus grand satellite comparé à la taille de la planète qu'il accompagne. L'association Terre-Lune peut être considérée comme une planète double.* » (Menzel & al., 1989). La lune, qui présente toujours la même face à la terre, avec ses plaines volcaniques quasiment lisses, est comme un miroir, réfléchissant vers la terre la lumière solaire modifiée.

#### 1f. LA REPRODUCTION (SE SURVIVRE).

« *Une femme qui maigrit trop peut devenir stérile. Cette stérilité cesse dès qu'elle atteint à nouveau une masse critique. À l'âge de pierre, cette fécondité était symbolisée par des statuettes stéatopyges dans lesquelles étaient mis en évidence les amas graisseux des hanches et des cuisses et la croissance des seins, tissus nourriciers nécessaires à la survie, pendant la grossesse, puis l'allaitement, de la mère et de ses enfants.*

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

*L'atteinte d'une masse suffisante, d'une masse critique, est le préalable à l'acquisition de la capacité de se survivre, d'avoir une descendance. Il faut croître d'abord, pour se survivre, "éventuellement".» :*

- (Bricage, 1991a), figure 1 In Bricage (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>.

*« La croissance en masse est le préalable à la mise en place de la capacité de redonner sa forme de vie, par reproduction sexuée ou par multiplication végétative.*

*Chez les organismes à reproduction sexuée, comme l'homme, il faut "être 2" pour "redonner 1 autre soi-même", à peine différent.*

*Chez les organismes à multiplication végétative (par bourgeonnement ou bouturage), 1 seul individu suffit pour redonner une multitude d'autres soi-mêmes, presque identiques.» :*

- p. 12 & 17 In Bricage (2000a) <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

- figure 1 In Bricage (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>.

### Reproduction sexuée par rétrogression au(x) niveau(x) inférieur(s) adjacent(s)

La gamétopénèse et la fécondation qui permettent la reproduction d'un organisme méta-cellulaire **se déroulent au niveau d'organisation inférieur adjacent**, le niveau cellulaire.

Seule une partie des cellules de l'organisme, le **germen<sup>34</sup>**, y participe. En l'absence de rencontre, les 2 cellules reproductrices (le spermatozoïde et l'ovule), dont la durée de survie est limitée, meurent. Mais, si elles se rencontrent, et seulement si elles se rencontrent, elles se survivent en donnant naissance à un organisme, **de niveau d'organisation adjacent supérieur** au niveau cellulaire (Bricage, 1991a).

La fécondation résulte à la fois d'une digestion partielle de l'ovule (qui "est mangé") par le spermatozoïde et d'une ingestion d'une partie du spermatozoïde, qui est détruit (et "est avalé", "mangé") par l'ovule...

Tôt ou tard, il est "**impossible de ne pas être mangé !...** Qui mange qui ?

Pour se reproduire l'organisme méta-cellulaire, doit "retourner" au niveau d'organisation adjacent inférieur (régression) en survivant temporairement sous forme de cellules sexuelles, dont la survie constitue une des étapes de survie de son cycle de développement ! *« Cette capacité d'auto-organisation (progression) ou d'auto-désorganisation (régression) est la conséquence, et la cause, des interactions entre héritages génétiques, épigénétique et environnemental. »* (2002a) <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

### Multiplication végétative par conservation du niveau d'organisation

Le bouturage, d'une partie d'une plante, qui donne deux organismes identiques est assuré par les lignées cellulaires souches du soma de l'organisme, sans rétro-gression, par re-génération.

## 1g. LE MOUVEMENT

*« Le mouvement rapide d'un animal peut être enregistré par stroboscopie. Le mouvement lent d'un végétal peut être enregistré au ralenti puis observé en accéléré. Un choc sur l'extrémité d'une feuille de sensitive entraîne son repliement. Ce mouvement peut se propager, de proche en proche, le long de la feuille touchée, voire aux autres feuilles voisines non-touchées. Même si le mécanisme du mouvement est propre aux structures végétales, la propagation de cette réponse motrice à une stimulation mécanique est associée à la propagation d'un courant électrique analogue à l'influx nerveux des animaux. Les cellules sexuelles, les gamètes mâles au moins, des animaux et des végétaux, sont mobiles. Les végétaux, comme les animaux, possèdent la capacité de mouvement. Le mouvement est nécessaire à la survie, à un moment ou à un autre, à un endroit ou à un autre, de l'espace-temps de croissance et de développement de tout système. »*

*« La plupart des problèmes auxquels doivent faire face nos sociétés occidentales, qu'il s'agisse de démographie, de santé, d'alimentation, de pollution, d'énergie, tous ont une forte composante biologique. Ce qui est sûr, c'est qu'il nous faudra mieux connaître la nature, mieux utiliser ses ressources, mieux observer ses contraintes. La conscience de la nature ..., l'idée que les êtres vivants sont apparentés, qu'ils sont formés des mêmes matériaux et fonctionnent de la même façon, qu'ils participent tous d'une même vie et d'une même histoire... sont les fruits d'une éducation. »* François JACOB.

34 « August Weismann (1834-1914) développe l'idée que les cellules participant à la reproduction (germen) sont indépendantes des cellules composant le corps (soma). » (Fischer, 2001). Ce qui est vrai pour l'aspect ontogénétique : les modifications somatiques acquises par un organisme au cours de sa vie ne sont pas transmises à ses descendants. Ce qui est faux pour l'aspect biosystémique :

- la survie du **germen** est impossible sans le **soma**, les cellules somatiques ET germinales forment une **ARMSADA** **unité constitutive** de l'organisme et nécessaire à sa reproduction (Bricage, 2002a) <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

- des modifications épigénétiques qui affectent la survie du soma peuvent affecter la survie du germen (Bricage, 1980a & b).

« Chaque être vivant a la propriété de reconnaître et de décoder des messages<sup>35</sup> externes et internes et est doté de systèmes de régulation<sup>36</sup> qui lui permettent de s'adapter<sup>37</sup> aux conditions changeantes de l'environnement<sup>38</sup> tout en maintenant la constance de son milieu intérieur<sup>39</sup>. Cette capacité d'émettre et de recevoir des signaux est à l'origine des comportements<sup>40</sup>, qui, pour certains, aboutissent à la reproduction sexuée<sup>41</sup>, à la formation de communautés où coexistent plusieurs types d'organismes. » (Bricage, 1982).

Si les mots changent, les concepts restent les mêmes, mais la façon de les apprêhender, de les expliciter et de les utiliser peut aboutir à des compréhensions nouvelles.

« Les êtres vivants sont caractérisés par différents niveaux d'organisation où structures et fonctions sont intégrées (cellules, organismes, écosystèmes). Mais la connaissance des parties ne suffit pas à comprendre les caractéristiques d'un tout, qui manifeste de nouvelles propriétés par rapport à celles des éléments dont il est composé<sup>42</sup> : les caractéristiques d'un système ne peuvent être déchiffrées qu'au niveau de complexité où il se présente. Les situations rencontrées sont complexes, elles se présentent comme un système, elles ne sont ni situées au niveau d'un organisme ni appréhendables à un seul niveau de structuration du vivant. Ceci implique la construction de concepts parallèlement à l'étude du réel, à tous les niveaux de structuration du vivant : biosphère, organisme, cellule, molécule. Ainsi peut s'édifier un premier stade de modélisation dans un système cohérent de référence. » (Bricage, 1982).

Comment définir de façon invariante un niveau d'organisation ?

Qu'est-ce que la notion d'invariance de jauge, pour le vivant ?

## 2. Les niveaux d'organisation du vivant “vivant”.

« Tout niveau d'organisation possède obligatoirement ces 7 caractéristiques, mutuellement nécessaires et suffisantes pour définir la vie. Ce sont elles qui définissent tout niveau d'organisation. »

Et il les expriment tôt ou tard au cours d'une écophase de son cycle de développement :

- figure 2 In Bricage (2002a) <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>
- figure 1 In Bricage (2002b) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>.

« L'histoire de la genèse de l'Homme n'est pas seulement liée à l'histoire de la vie elle-même et à l'histoire de notre planète, mais elle est intimement liée à l'histoire de l'Univers tout entier. » (Krukoff & Boitel, 1985)

« Si au lieu d'envisager l'Univers du point de vue du géométrique de l'immense et de l'infime, nous le considérons sous l'angle biologique de la complexité. Le processus d'évolution de la matière vivante va du plus simple au plus complexe selon des paliers successifs. La base de l'argument naturaliste est la conviction que des niveaux de complexité et d'organisation expliquent tous les phénomènes observés. » (Jean PIVETEAU, In Krukoff & Boitel, 1985). « À chacune de ces étapes complexifiantes<sup>43</sup>, on assiste à l'apparition de propriétés nouvelles qui n'existaient pas auparavant.<sup>44</sup> En terme de physique, ce n'est plus l'entropie qui domine chez les êtres vivants car ceux-ci non seulement vont “résister” à la dégradation universelle, mais vont passer, non plus d'un état donné à un état de plus en plus probable, mais d'un état donné à un état de plus en plus improbable. », « La mégagénèse envisage l'évolution sous l'aspect des niveaux de complexité croissants. » (Jacques RUFFIÉ, In Krukoff & Boitel, 1985). QUELS sont ces niveaux de complexité croissante, les paliers des niveaux d'organisation adjacents, qui “co-existent” au sein de l'Univers ?

« La micro-évolution, évolution diversifiante, évolution spécialisante portant toujours sur des petites variations successives, est une voie sans retour. Cette évolution adaptative, qui diversifie les espèces à l'extrême à partir d'un schéma commun, est d'abord un tri, puis un découpage.

35 C'est la capacité de réagir (répondre) à des stimulations pour survivre (Bricage, 1991a & b).

36 C'est la capacité d'(auto-)organisation spatiale (embryologie) et temporelle (chronobiologie).

37 C'est la capacité d'intégration.

38 C'est l'écoexotope.

39 C'est l'endophysiotope.

40 C'est la capacité de mouvement.

41 C'est la capacité de se survivre ou re-production (Bricage, 1991a).

42 « Le Tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties. » voir paragraphe 2.c.

43 d'un niveau d'organisation inférieur au niveau d'organisation adjacent supérieur,

44 “émergence”

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

*Elle est incapable de créer un type vraiment nouveau. Elle hypertrophie ou elle supprime, elle n'innove pas. Quand un biologiste affirme qu'un organisme est adapté à un certain milieu, il veut dire que cet organisme peut survivre et se reproduire dans ce milieu. » (DOBZHANSKY Th. & E. BOESIGER, In Krukoff & Boitel, 1985).*

*« L'adaptation n'est pas une composante nécessaire de l'évolution. Pour qu'une population évolue, il suffit que le fond génétique commun à cette population varie, soit brusquement, soit progressivement, au fil des générations. » (François JACOB, In Krukoff & Boitel, 1985). « Pour que l'évolution puisse se poursuivre, il n'est pas nécessaire que tel "chaînon" soit vraiment adapté à son milieu. Il suffit qu'il soit suffisamment adapté pour survivre et se reproduire. Ce qui est vraiment nécessaire, c'est que ce chaînon ait gardé un potentiel de ré-adaptation éventuel, une ré-adaptabilité,... c'est un perpétuel inadapté et un perpétuel ré-adapté. », « ... à un moment donné tout système plafonne... le seul moyen pour un système d'aller plus loin est de changer de nature. La modification qualitative doit prendre le relais de la modification quantitative... » (Jacques Ruffié, In Krukoff & Boitel, 1985). COMMENT les anciens niveaux d'organisation peuvent-ils créer de nouveaux niveaux d'organisation (et d'intégration), de nouveaux endophysiotes (adaptés à de nouveaux écoexotopes) ?*

*« La complexité d'un système se définit par le nombre et la diversité des éléments qu'il contient. La complexité est une hétérogénéité organisée. Tels l'atome, la cellule, le métazoaire... L'étude du degré de complexité permet d'abord de distinguer ce qu'on pourrait appeler des "unités naturelles" puis d'établir entre elles une hiérarchie, si nous les représentons comme disposées sur un tableau... les éléments s'y succèdent par ordre historique de naissance. la place occupée... situe chronologiquement cet élément dans la genèse de l'Univers, c'est-à-dire dans le temps... » Jean PIVETEAU, In Krukoff & Boitel, 1985). Comment représenter ce tableau ?*

*« Un changement dans la représentation du monde peut entraîner un changement dans le monde physique lui-même. » (Krukoff & Boitel, 1985). Mais, « On ne peut pas "court-circuiter" les lois de la nature : on ne peut que passer par elles ... » (Krukoff & Boitel, 1985). QUE sont-elles ?*

### 2.a. TOUT NIVEAU EST UNE UNITÉ D'ESPACE-TEMPS-ACTION.

Cet espace-temps-action possède toujours, et exprime toujours, tôt ou tard, au cours de son cycle de développement (Bricage, 2002b), les 7 caractéristiques fonctionnelles mutuellement nécessaires et suffisantes pour définir la vie ( paragraphe I.1.) : - plan In Bricage (2000a), <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

*« La chenille est l'espace-temps larvaire, la phase de survie spécialisée dans la capacité de croissance en masse, de la forme de vie appelé papillon, ainsi nommée du nom de sa forme adulte, mâle ou femelle, spécialisée dans la capacité de se survivre, par reproduction sexuée. ».*

*« Avant de se diviser en 2 cellules filles, une cellule-mère croît. Cette croissance en masse permet, ensuite, la croissance en nombre des cellules. C'est grâce à ce processus que l'organisme cicatrice ses blessures et renouvelle continuellement ses parties, qui meurent continuellement (peau, poils, globules rouges, cellules intestinales...). C'est grâce à ce processus que des cellules cancéreuses prolifèrent dans l'organisme qui est l'écoexotope de survie de leur endophysiote, mais elles le détruisent rapidement en l'envahissant. C'est la croissance en nombre, par multiplication végétative, qui permet la mise en place des clones cellulaires qui constituent les différents tissus qui permettent l'organisation de l'embryon humain. La capacité de se survivre permet d'accroître le nombre d'entités d'un même niveau d'organisation. Cette augmentation de leur nombre peut permettre, et est le préalable à la mise en place d'une entité nouvelle d'un niveau d'organisation plus complexe. L'augmentation de la quantité à un niveau d'organisation inférieur peut permettre l'émergence de qualité(s) nouvelle(s) à un niveau d'organisation supérieur. ».*

*« La croissance en nombre des cellules, au cours du développement embryonnaire, permet la mise en place d'un niveau d'organisation plus élevé que le niveau cellulaire, celui de l'organisme, dont l'espace-temps est d'une échelle plus grande que celle de l'espace-temps des cellules qui y sont intégrées. Au cours de l'histoire humaine, toute organisation sociale, toute société, avant d'acquérir des capacités nouvelles, a d'abord dû maîtriser une technologie de mobilisation de la matière et de l'énergie qui lui a permis d'atteindre une masse économique critique. Cette croissance en masse a permis la croissance en nombre de la population. En conséquence, la population a pu se diviser, et, les populations filles, issues de cette multiplication végétative, par fission, ont essaimé dans l'espace-temps de leur(s) milieu(x) de survie. », « Conséquence de la croissance de l'empire romain, la société gallo-romaine a émergé de la fusion reproductive, entre la société celte et la société romaine, qui se sont ainsi "survécues". » (Bricage, 2001b, <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>).*

2b. LA VIE EST UN FLUX ERGODIQUE, FRACTAL ET CONTINGENT, VERS DES MACRO-ÉTATS, DE MICRO-ÉTATS, A LA SUITE DE BRISURES DE SYMÉTRIE.

« *La vie est “ergodique” : c'est un phénomène de tout ou rien quel que soit son niveau d'organisation.* »

« *La vie est un flux, de matière et d'énergie, organisé dans un espace-temps interne (l'endophysiotope), et, organisé et intégré dans un espace-temps externe (l'écoexotope). L'organisation et l'intégration actuelles sont contingentes car elles découlent des organisations et intégrations passées. Chaque niveau d'organisation est constitué de compartiments juxtaposés les uns aux autres et emboîtés les uns dans les autres. Le niveau cellulaire (niveau  $i+1$ ) est organisé en compartiments juxtaposés, les organites, qui autrefois étaient des formes de vie libres. Les organites (niveau  $i$ ) sont eux-mêmes des organisations de structures de niveau moléculaire (niveau  $i-1$ ). Le niveau cellulaire est un micro-état (niveau adjacent inférieur) dont les assemblages permettent l'émergence d'un macro-état, l'organisme (niveau  $i+2$ ), forme nouvelle d'organisation et d'intégration (niveau adjacent supérieur) à un nouveau milieu externe de survie.* ».

« *Tout se passe comme si il y avait une “auto-similarité” d'organisation et d'intégration : ces 7 capacités (programmées dans les génomes) existent toujours, quel que soit le niveau d'organisation, mais avec des “versions” différentes... caractéristiques du niveau d'organisation ou d'un type d'intégration (et du degré d'évolution du génome).* » :

- p. 12 & 17 *In Bricage* (2000a) <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>
- figure 1 *In Bricage* (2001b) <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

**Ces capacités auto-similaires sont à la fois les invariants et les degrés de liberté du vivant.**

Un virus est un être vivant comme un autre ! :

- discussion *In Bricage* (2008c) <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/bricageWS1.pdf>

2c. SUPERPOSITION, SEMI-AUTONOMIE ET INSÉPARABILITÉ.

La terre est-elle un système vivant (Lovelock, 2009) ?

« ... *La terre reproductrice,... douée d'une âme qui fait croître des pierres comme ses dents, des végétaux comme une chevelure.* » écrivait le philosophe Marsile FICIN (1433-1499).

LÉONARD DE VINCI avait aussi fait une comparaison entre les fonctionnements du corps humain et de la Terre.

KEPLER avait aussi émis l'idée que la Terre se comporterait comme **un organisme unique**.

En 1785, James HUTTON écrivait que « *La terre peut être comparée au corps d'un animal qui se renouvelle au fur et à mesure de la destruction de ses tissus.* » (Kraft, 1978).

LAMARCK développa aussi l'idée que la Terre serait **“un Tout” organisé et interdépendant**.

Thomas Henry HUXLEY, partisan du “Darwinisme”, postule en 1877 que la Terre est **capable d'autorégulation**.

En 1924, Vladimir VERNADSKY(1863-1945), fondateur de la géothermie, postule que la vie s'exprime comme une force géologique et constitue **un phénomène cosmique**..., il énonce la notion de biosphère terrestre. Et, Pierre TEILHARD de CHARDIN, paléontologue et géologue forge, avec VERNADSKY et le philosophe Edouard LE ROY, le concept de **noosphère** : “ensemble formé par les interactions de connaissances à la surface de la planète, jusqu'à ne former plus qu'une seule entité”.

**La noosphère émerge de la biosphère, quand celle-ci a atteint un niveau de biodiversité critique.**

2c1. ÉMERGENCE du nouveau “TOUT”, nouveau niveau d'organisation, par juxtapositions et emboîtements d'éléments pré-existants, libres, et de niveaux d'organisation inférieurs.

La photosynthèse (**effet**) est possible grâce à l'existence (**cause**) de pigments verts, les chlorophylles, juxtaposés et emboîtés dans les membranes (niveau supra-moléculaire) des thylakoides. Les thylakoides sont juxtaposés et emboîtés à l'intérieur des chloroplastes (niveau des monères). Les chloroplastes sont juxtaposés et emboîtés au sein de cellules végétales (niveau cellulaire) des feuilles. Les feuilles appartiennent à une plante feuillée (niveau des organismes). Cette plante appartient à une population végétale. Et, cette population est juxtaposée et emboîtée avec d'autres populations au sein d'un groupement végétal d'un écosystème. La terre paraît verte parce que les prairies et les forêts, terrestres ou océaniques, paraissent vertes. Forêts et prairies paraissent vertes parce que les feuilles paraissent vertes.

Mais la seule partie qui soit “réellement” verte c'est, **au seul niveau moléculaire**, la chlorophylle (Nabors, 2009).

Or, « *La photosynthèse constitue le fondement de la vie terrestre actuelle, même si certains organismes vivent de la chaleur et du méthane des cheminées hydrothermales océaniques.* ».

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Mais, « *La couleur des organismes photosynthétiques, terrestres ou extra-terrestres, dépend de la lumière émise par l'étoile qui les éclaire. Les formes de vie sont "stratifiées" en fonction de l'énergie des photons qu'elles reçoivent.* » (Kiang, 2009). « *Les photons sont les agents du rayonnement électromagnétique. Il existe des photons de toute énergie, depuis les photons radio (les moins énergétiques) jusqu'aux photons gamma (les plus énergétiques) en passant par les photons infrarouges, visibles, ultraviolets et X. Chaque gamme d'énergie peut être observable par des instruments astronomiques appropriés et l'on peut alors mettre en évidence différentes facettes du cosmos tant au plan du contenu que des processus physiques mis en jeu.* » (Vangioni-Flam & al., 2001).

Or, « *Seuls certains types d'étoiles ont une durée de survie suffisamment longue pour qu'une forme de vie complexe puisse se développer sur une planète sous leur influence. Seules les étoiles de types F (bleues), G (comme le soleil), K et M<sup>45</sup> (rouges), sont entourées d'une zone "habitale", un ensemble d'orbites sur lesquelles les planètes peuvent maintenir une température autorisant la présence d'eau liquide. Dans notre système solaire, la zone habitable est un anneau englobant les orbites de la Terre et de Mars.* » (Kiang, 2009).

2c2. Le TOUT est à la fois plus<sup>46</sup> et moins (ce qu'on oublie habituellement<sup>47</sup>) que la « somme » de ses parties : perte de propriétés anciennes, gain de propriétés nouvelles, remaniements de propriétés conservées, le nouveau Tout résulte d'une MÉTAMORPHOSE des parties dans le Tout

Avec l'hypothèse Gaïa<sup>48</sup>, « *Lovelock développe le concept mixte de co-évolution qui définit le Vivant comme une propriété émergente de l'écosystème : alors que chaque espèce poursuit son intérêt propre, la combinaison de leurs actions tend à contrebalancer les effets du changement environnemental.* » Ce sont les notions d'ago-antagonisme et de rétroaction «oubliées» par DARWIN (Filleul, 2009) ! « *Darwin stipulait que le milieu (l'écoexotope) modifie les espèces (leur endophysiotope), et non l'inverse* »..., mais, il «oubliait» la co-inter-action et la réciprocité des transformations, ce dont parlait avant lui LAMARCK (Bricage, 1980a, 2002a).

Tout système de contrôle, et de maintien d'une HOMÉOSTASIE, implique des échanges d'informations entre ses niveaux hiérarchiques (Bricage, 2005c, 2007b). La survie du Tout dépendant de celle de ses parties et réciproquement (Bricage, 2005a). « *Les animaux perçoivent les tremblements de terre. Avant les tremblements de terre, les animaux domestiques refusent de se laisser enfermer. Les canards ne vont plus à l'eau, les poules s'envoient et se perchent dans les arbres.* » (Kraft, 1978).

« *Quel que soit le type d'organisation d'un système vivant, l'émergence de toute organisation nouvelle est un dépassement ou une transgression de systèmes anciens. Elle s'effectue toujours par juxtapositions et emboîtements de systèmes préexistants. Le nouveau Tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties. Et, il émerge des métamorphoses simultanées des parties dans le Tout. Les systèmes partenaires maintiennent leur identité au sein du nouveau Tout dont ils sont les parties. Leur semi-autonomie est garantie par le maintien de frontières, individuelles et collectives, qui organisent, spatialement et temporellement, l'intégration des parties et du Tout dans leurs milieux de survie respectifs, écoexotopes externes et endophysiotopes internes.* », « *Le passage d'un niveau d'organisation à un niveau adjacent supérieur est la conséquence de la mise en place d'un nouveau réseau, spatial et temporel.* ».

« *Dans ce réseau, espace-temps ordonné, où tous les liens sont possibles, chacun a une place, dans le temps et dans l'espace, et dans l'action, qui lui est propre. Quel que soit le mode d'intégration, seule la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés permet, à la fois,*

- à écoexotope constant, le maintien de l'unité du Tout, et de la diversité dans le Tout, et,

45 « *Les étoiles M, nommées naines rouges, sont les plus nombreuses dans notre galaxie. Elles représentent "un défi pour la vie", car lorsqu'elles sont jeunes, elles émettent de grandes quantités d'Ultra-Violets.* » (Kiang, 2009).

46 C'est banal... « *"Le Tout est toujours plus grand que la partie", c'est l'axiome d'EUCLIDE.* » (Boquin & Celeyrette, 2003).

47 « *Un système complexe doit être considéré comme un Tout, dont les parties interagissent et s'organisent; il est plus que la somme de ses parties. Cette auto-organisation fait apparaître des propriétés émergentes, que l'on ne peut déduire des propriétés des composantes prises individuellement.* » (Pétry, 2009).

Mais « il est aussi "surtout" MOINS que la somme de ses parties ». Au cours d'une réaction chimique qui donne un nouveau composé, le produit de la réaction a perdu une partie (de la somme) des énergies initialement contenues dans les substrats, et de même au cours de la formation du noyau d'un atome à partir de nucléons. Au cours de la mise en place d'un nouveau type d'organisation comme un neurone (Bricage, 2003), les cellules à l'origine du neurone, en devenant ensemble LE neurone, perdent la capacité de se survivre, capacité qu'elles avaient initialement séparément (Bricage, 2006b).

48 LOVELOCK J. (1999) La Terre est un être vivant, l'hypothèse Gaïa Flammarion, coll. « Champs », 192 p.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Gaia\\_hypothesis](http://en.wikipedia.org/wiki/Gaia_hypothesis)

*- lorsque l'écoexotope ou l'endophysiotope changent, la mise en place de réseaux nouveaux.».*

*« Ces associations émergent d'une adéquation, pour chaque partenaire et par sa chaque partenaire, entre la capacité d'être accueilli de son endophysiotope et la capacité d'accueil de son écoexotope.*

*Cela n'est possible que par la perte, et simultanément par chaque "parçonnier", de la capacité de détruire l'autre. » (Bricage, 2005d).*

**2c3. Pour que l'un survive il faut d'abord que l'autre survive et réciprocement : l'intégration interactive, agoantagoniste, et réciproque au milieu de survie.**

*« L'homme mène depuis ses origines une vie commune avec d'autres animaux, ce qui n'est pas sans risque... Ainsi, les épidémies de grippe émergent des passages de variants viraux nouveaux, apparus chez les canards ou les poulets, vers l'homme, via les cochons. Aussi loin que remontent les vestiges humains et préhominiens dans les sites archéologiques, des ossements animaux leur sont associés. Les Australopithèques, il y a 3 millions d'années, mangeaient de la viande. Très tôt, l'homme domina les autres animaux, et ceux-ci lui procurèrent une part importante de ses moyens de survie. » (Bricage, 2001a, 2002a).*

*« Le processus de **domestication** a eu une influence profonde sur les rapports entre l'homme et la nature (l'homme n'était plus un prédateur, il devenait un allié, un protecteur, un partenaire pour la survie) et de grandes conséquences quant aux relations interhumaines... ».*

*« Le développement des sociétés humaines est lié à l'exploitation du vivant. C'est la maîtrise des capacités motrices des animaux domestiques qui a permis certaines grandes transformations des sociétés. Ainsi en Mésopotamie, dès 3000 avant J.-C., l'usage de la force des bovins pour tirer l'araire transforme l'agriculture (jusque-là pratiquée à la houe), permettant un accroissement des rendements, un surcroît de production agricole, une augmentation de la capacité d'accueil de l'environnement, et, ainsi, l'apparition de classes sociales non productrices des seuls produits alimentaires, et le développement d'une civilisation urbaine. La culture du blé est liée à la **domestication** du bœuf, le développement de l'une ne va pas sans l'apparition de l'autre. » (Bricage, 2001a).*

*« La survie des uns passe par celle des autres et réciprocement. »,*

*« La survie mutuelle dépend de limitations réciproques ... »,*

*« d'une limitation des prélèvements par l'homme pour l'homme (manger... mais pas trop!) et d'une survie (et d'une production) suffisante(s) des animaux domestiques ou des plantes (impossible... de ne pas être mangé !) ».*

**Comment se mettent en place les différents niveaux d'organisation ?**

**Quel est le moteur de l'évolution du vivant ?**

En 1966, Lynn MARGULIS<sup>49</sup> écrit un article intitulé *The Origin of Mitosing Eukaryotic Cells* qui fondera plus tard la théorie **endosymbiotique**. Elle fait le lien entre la physiologie et les régulations, à l'échelle terrestre, en 1971, en s'associant avec James LOVELOCK (Bricage, 2009a).

**Comment définir les limites, qualitatives et quantitatives, d'un nouveau niveau d'organisation ?**

### **3. Les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés “Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages“ ARMSADA.**

*« Les cellules d'un organisme sont **semi-autonomes**. Leur survie contribue à celle de l'organisme, qu'elles constituent et qui en retour les héberge. L'endophysiotope de l'organisme est l'écoexotope de survie de l'endophysiotope des cellules. Cette **structure ergodique, récurrente**, est apparue au cours de l'évolution du vivant par la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés (**ARMSADA**) entre partenaires initialement libres. » (Bricage, 2000a, 2001a & b, 2005a, c & d).*

49 Microbiologiste, à l'origine de **la théorie endosymbiotique** qui propose que les cellules eucaryotes seraient le résultat d'une suite d'associations symbiotiques avec différents procaryotes, co-auteure avec James Lovelock, de **l'hypothèse Gaïa**, qu'elle a ensuite approfondie en soutenant que la Terre n'est pas homéostatique mais homéorhétique car les composants atmosphérique, hydroosphérique et lithosphérique sont régulés autour de points homéostatiques, et ces points changent au cours du temps.. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Lynn\\_Margulis](http://fr.wikipedia.org/wiki/Lynn_Margulis)

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Dans la biosphère terrestre (Gaïa<sup>50</sup>) les niveaux macroscopiques et microscopiques du vivant obéissent à une même loi d'émergence : la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés.

« *Au cours de l'évolution, seules se survivent ces associations qui rendent les partenaires plus dépendants les uns des autres mais plus indépendants de leur écoexotope de survie.* » (Bricage, 2005b).

« *Elles émergent par la perte simultanée par tous les partenaires de la capacité de détruire tous les autres. Pour que l'un survive, il faut d'abord que l'autre survive et réciproquement.* » (Bricage, 2000a, b & c).

### 3a. Qu'est-ce que c'est ? Comment cela fonctionne ? Comment cela naît ?

Quoi ?, Où ?, Quand ?, Comment ?, Pourquoi ?

« *Survivre c'est "transformer des inconvénients en avantages et éviter que des avantages deviennent des inconvénients".* » (Bricage, 2001a).

#### 3.a1. L'exemple de l'écophysiologie d'un lichen.

« *Les lichens sont des organismes, issus de l'association d'une algue et d'un champignon... Résultat de cette union durable : l'algue est la partie chargée de la production, le champignon, consommateur, "offre" à l'algue le gîte et le couvert. En 1879, De Bary introduit la notion de symbiose, association à bénéfices mutuels, pour désigner cette union. Si le champignon "cultive" l'algue en son sein, comme l'homme "élève" ses animaux domestiques, en retour de cet "investissement", par des filaments sucoirs, le champignon "mange" les cellules de l'algue... - L'algue, "agressée", montre des figures de "souffrance" métabolique, et des zones de mort en masse par nécrose. En fait, les deux partenaires se nourrissent et se contrôlent réciproquement - Le partenaire champignon, comme la partie racinaire des plantes supérieures, puise "la sève brute". - Le partenaire algue, comme les feuilles, élabore "la sève élaborée". Fonctionnant à la fois comme un végétal et un animal, le lichen représente un niveau d'organisation plus élevé que ceux de ses partenaires, l'algue ou/et du champignon. C'est un nouvel organisme, car il élabore des molécules qu'aucun autre champignon ou qu'aucune autre algue ne peuvent élaborer. C'est aussi un écosystème contenant une chaîne alimentaire.* » (Bricage, 2001b, 2003).

« *La capacité de croissance n'est pas une fin en soi. La croissance n'a d'intérêt que parce qu'elle permet d'acquérir une masse critique à partir de laquelle est possible la mise en place d'un développement durable si la croissance se stabilise. La croissance ne permet pas l'acquisition de capacités nouvelles, elle n'en est que le préalable indispensable. La survie de l'organisme du lichen est fondée sur cet état d'équilibre entre les deux partenaires : les inconvénients pour l'un sont des avantages pour l'autre et réciproquement. Pour survivre, le partenaire champignon doit limiter son agression sur l'associé algue. L'hôte hébergeant, et habité, paie un double coût: le coût de l'hébergement de l'algue et le coût d'une croissance limitée par celle de l'algue. Pour que le champignon survive il faut d'abord que l'algue survive. L'hôte hébergé paie, lui aussi, un double coût : le coût de la survie de sa population de cellules, qui passe par la non-survie d'une partie des individus, qui sont mangés, et, le coût d'une croissance limitée par la croissance du champignon (elle-même limitée par celle de l'algue).* ».

« *La croissance de chacun est limitée par celle de l'autre et réciproquement.* » (Bricage, 1991a & 2001a).

« *Pour que l'un survive, il faut d'abord que l'autre survive.* » (Bricage, 1998).

« *Le champignon doit limiter ses exigences de croissance vis à vis de l'algue et réciproquement, l'algue ne peut se développer que dans les limites des capacités du champignon. La survie mutuelle dépend d'une limitation des ravages du champignon (manger... mais pas trop!) et d'une survie (et d'une production) suffisante(s) de l'algue (impossible... de ne pas être mangé !) La survie est possible et l'acquisition de capacités nouvelles est possible, même en conditions de croissance globale proche de zéro !* » (Bricage, 2000b).

« *Les inconvénients pour les deux partenaires sont énormes, ils restent "nains". Les 2 partenaires totalement solidaires ne forment qu'un. Si l'un meurt, l'autre meurt. Un nouveau système, une forme nouvelle d'organisation de survie (un nouvel endophysiotype) et une forme nouvelle d'intégration au milieu de survie (un nouvel écoexotope), est né de cette association, avec un changement d'échelle temporelle.*

50 L'hypothèse Gaïa, ou hypothèse biogéochimique, est une théorie initialement avancée par James Lovelock, en 1970, selon laquelle la Terre serait "un système physiologique dynamique qui inclut la biosphère et maintient notre planète depuis plus de trois milliards d'années, en harmonie avec la vie". L'ensemble des êtres vivants sur Terre serait un vaste organisme (appelé Gaïa, nom de la déesse grecque personnifiant la Terre), réalisant l'autorégulation de ses composants (comme la composition de l'atmosphère) pour la survie et le développement de la vie. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Hypoth%C3%A8se\\_Ga%C3%A8se](http://fr.wikipedia.org/wiki/Hypoth%C3%A8se_Ga%C3%A8se). Ce modèle scientifique réunissant des données écologiques, climatologiques, géologiques et biologiques, fait aussi un pronostic alarmiste quant à l'avenir de l'homme et de la biosphère « *les métaphores sont plus que jamais nécessaires pour faire comprendre au plus grand nombre la véritable nature de la Terre et les périls mortels à l'horizon* » James Lovelock.

*Le système peut survivre des siècles ! On connaît plus de 20.000 espèces de lichens : ils survivent dans des milieux où la capacité d'accueil de l'environnement est nulle pour chacun des partenaires isolément.*

*Les avantages sont énormes pour l'association.* » (Bricage, 1998, 2000b).

### 3.a2. Le bilan biologique systémique.

*« La symbiose est une association, à avantages et inconvénients, réciproques, et partagés, qui émerge du fait que les partenaires ne s'ajoutent pas mais se combinent et s'interpénètrent ... »,*

*« ils se métamorphosent simultanément en un nouveau "Tout", unique, indissociable, et ... différent : 1 + ... +1 autre(s) différent(s) donnent 1 autre nouveau, différent. »* (Bricage, 2000b).

*Quel que soit le niveau d'organisation, écosystème cellulaire (Bricage, 2005a & c), écosystème forestier, l'état d'équilibre (Bricage & al., 1991), union définie dans l'espace et indéfinie dans le temps, est marqué par une morphologie et une physiologie nouvelles, spécifiques et "imprévisibles" (Bricage, 2008b & c).*

*« Le nouveau "Tout" est à la fois plus et moins que la somme de ses parties, c'est à la fois un nouveau niveau d'organisation et un nouveau mode d'intégration dont l'autonomie se construit sur la co-inter-dépendance entre les partenaires. »* (Bricage, 2000b). « Pour l'association, les avantages sont énormes. Les lichens, organismes pionniers, peuvent coloniser des terres vierges de toute vie et ils sont très peu dépendants des fluctuations du milieu de survie. Mais, les inconvénients sont énormes ! Dans leur nouveau milieu de survie ils créent une capacité d'accueil nouvelle..., ils y sont la seule nourriture organique et sont mangés. Dans le grand nord, les Cladonia constituent la nourriture des rennes. Ils y sont à l'origine d'une chaîne alimentaire nouvelle. L'homme préhistorique a survécu grâce à cette chaîne alimentaire à laquelle il était intégré. Aujourd'hui encore, les Esquimaux canadiens, lors des migrations des caribous, pratiquent un abattage sélectif en restreignant le nombre des individus abattus à leurs stricts besoins en peaux pour l'habillement. » (Bricage, 2001a).

### 3a3. L'exemple de l'économie de la cellule végétale.

*« La cellule végétale photosynthétique est un groupe réduit, d'acteurs, orienté vers la production, et dont le devenir dépend des échanges des produits de son activité avec les autres cellules consommatrices, avec lesquelles elle est en interaction. »* (Bricage, 2001a, 2002a).

*« Sa production est spécialisée dans la mobilisation de la matière et de l'énergie. Son organisation structurale et fonctionnelle révèle la multiplicité de ses acteurs (ses organites). Son autonomie est sous la dépendance des réactions des organites en réponse aux stimulations externes extra-cellulaires (entre cellules) et internes (intra-cellulaires, entre organites). C'est l'intégration des organites dans leur milieu de survie intra-cellulaire et l'intégration de la cellule dans l'organisme dont elle fait partie qui détermine les niveaux d'organisation. Il y a une "symbiose" entre production et consommation, résultat d'une "évolution" dans la division du travail social telle qu'il en résulte une séparation entre activités, symbiose qui contrôle la croissance cellulaire et le recyclage des déchets. Elle est le siège de mouvements internes. Elle peut se reproduire. »*

Elle possède les 7 caractéristiques fonctionnelles "invariantes" définissant un niveau d'organisation, ici le niveau cellulaire, caractérisable par son mode de confinement, son interface de séparation et d'échanges entre son endo-physiotope et son éco-exo-tope de survie, la membrane plasmique, doublée par une paroi squelettique.

*« Dans cette cellule, il n'y a pas un, mais plusieurs centres de décision. Chaque organite, chaque atelier de mobilisation de la matière et de l'énergie, est un lieu local de décision fonctionnelle, à la fois par ce que sa structure fonctionnelle (son organisation) est unique et parce que ses capacités de réactions découlent de cette organisation et de son intégration (déterminée par les interactions spécifiques entre chaque organite et son contexte), déterminée par la connaissance de l'environnement. »* (Bricage, 2001a, 2002a).

*« La cellule n'a jamais "une connaissance" parfaite de tous les états possibles de son contexte environnemental ou de l'efficacité de ses actions : il y a une ignorance partielle de l'environnement et de l'efficacité des moyens, il y a risque, avec un certain pourcentage de chances d'erreur, il y a incertitude parce qu'elle ne peut pas évaluer la probabilité d'arrivée des divers états possibles ou qu'elle ne peut pas fonctionner suffisamment longtemps pour compenser les états physiologiques "malheureux". Des actions possibles sont dénombrables; mais il n'est possible de prévoir les conséquences de ces actions qu'entre certaines limites. L'échelle de préférences des centres de décision n'est pas ordonnée, c'est-à-dire que les parties poursuivent des buts multiples, pas toujours comparables, parfois contradictoires; enfin les buts évoluent. Il en résulte que l'optimisation est difficile à réaliser et qu'elle ne peut être que partielle et exceptionnelle. »* (Bricage, 2001a).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Comment s'effectue la mise en place de cette organisation, homéostatique<sup>51</sup> et durable malgré tout ?

Utilisé par Claude BERNARD, le concept biologique d'homéostasie définit la **stabilisation, dans l'espace, dans le temps et dans l'action**, des états qui permettent les processus biologiques de la vie.

### 3b. Le paradigme<sup>52</sup> “modèle” ... **LIRE l'évolution...** : les acteurs.

« Les êtres vivants constituent un système ouvert avec de nombreuses relations à l'environnement. Les modifications de l'environnement déclenchent des réactions dans le système ou l'affectent directement, aboutissant à des perturbations internes. De telles perturbations sont normalement maintenues dans des limites étroites parce que des ajustements automatiques, à l'intérieur du système, entrent en action et que de cette façon sont évitées des oscillations amples, les conditions internes étant maintenues à peu près constantes. »<sup>53</sup>

3b1. Le succès évolutif de l'homme résulte d'un investissement dans la capacité d'être accueilli de son endophysiotope pour augmenter la capacité d'accueil de son écoexotope.

« Le renne est un herbivore ruminant, vivant exclusivement dans les régions froides de l'hémisphère Nord. Pendant toute l'année il se nourrit de lichens et de mousses, qui constituent l'essentiel de son alimentation pendant l'hiver polaire. Le caribou, source de nourriture pour les Indiens, est resté sauvage. Même si il continue instinctivement à migrer, le renne a été domestiqué par les Lapons, et ses déplacements sont contrôlés par l'homme. Élevé en semi-liberté sur d'immenses territoires, il leur fournit viande, lait et cuir. Très docile, il est aussi utilisé comme animal de bat et de trait. Ce comportement était déjà celui des chasseurs magdaléniens d'Europe. »

« La famille des Bovidés est à l'origine de tout le gros bétail. La domestication des espèces bovines, ovines et caprines a été, avec la culture des céréales, un des faits majeurs de l'évolution humaine au Néolithique. La totalité du bétail domestique est issue de quelques espèces. Certaines tribus nomades de l'Asie centrale sont toujours complètement dépendantes de l'élevage. Les sociétés modernes tirent de cette même activité économique la plupart de leurs ressources protéiques d'origine animale, sous forme de viande et lait. ».

3b2. Le succès évolutif résulte toujours d'un investissement dans la capacité d'accueil de son endophysiotope pour augmenter la capacité d'accueil de son écoexotope (figures 2 & 3d3).

« Les Ruminants sont caractérisés par la physiologie très particulière de leur nutrition, à laquelle ils doivent leur nom. La grande efficacité de ce système d'alimentation leur a probablement assuré un avantage décisif sur les autres herbivores. L'estomac est divisé en quatre compartiments. La panse, ou rumen, en représente 80% du volume. Le rumen offre un milieu de survie optimal pour les bactéries et les protozoaires. La prise fréquente de nourriture leur assure un apport nourricier permanent. Les produits solubles sont absorbés et ne peuvent donc s'accumuler et inhiber les activités enzymatiques. La température est maintenue stable autour de 40°C, température optimale de croissance des hôtes de la panse. Une énorme quantité de salive, de 50 à 80 litres par jour chez le bœuf, maintient des conditions stables de pH et de concentration ionique. Les protozoaires, au nombre de plusieurs millions par gramme de contenu gastrique, se répartissent en une centaine d'espèces. Les bactéries sont encore plus abondantes, de l'ordre de dix milliards par gramme de contenu gastrique. Ce sont surtout de nombreuses bactéries cellulolytiques, elles seules responsables des processus de fermentation permettant à la cellulose, qu'aucun Mammifère ne peut digérer, l'homme y compris, d'être dégradée en produits assimilables. Une partie de la population microbienne "habitante" est régulièrement éliminée de l'enceinte. Elle est évacuée en aval de la panse, dans la caillette où commence l'attaque des aliments par le suc gastrique, sécrété seulement à ce niveau. Elle est mangée. Elle constitue l'apport de protéines pour l'hôte "habitée", qui se nourrit de ses habitants ! Comme tout ruminant, la vache ne se nourrit pas d'herbe mais de "viande" ! Elle digère les microbes qu'elle élève dans le milieu extérieur continuellement re-constitué dans la panse. Il s'agit d'une association à avantages et inconvénients partagés, "systématiquement identique" à celle constituée par un lichen ou par l'homme néolithique et le renne ! Comme le champignon du lichen, la vache fournit le gîte et le couvert.

51 homéostasie, mot de Walter CANNON (1871-1945) à partir du grec : *stasis* (état, position) et *homoios* (égal, semblable à).

52 Thomas S. KUHN (1922-1982) La structure des révolutions scientifiques (1962).

« La science semble progresser, non par évolution progressive, mais par de brusques "révolutions". L'histoire des sciences est marquée par de longues périodes où un modèle de référence - qu'il nomme **paradigme** - domine la pensée scientifique. Installé au sein de ce paradigme, le travail du scientifique ne consiste pas à mettre en doute la théorie, mais à résoudre des énigmes ("puzzles") dans le cadre de ce paradigme. **Et le système survit tant que rien d'autre ne vient le remplacer.** Pour qu'un paradigme meure, il faut non seulement qu'apparaissent des contradictions en son sein, mais aussi qu'un nouveau modèle puisse le remplacer. C'est ainsi que l'on est passé de la physique newtonienne à la physique relativiste. » (Maurel & Dortier, 2001b).

53 Dans son ouvrage The Wisdom of the Body.

*Elle en paie le coût. Sans ses microbes hôtes la vache mourrait de faim. De même que l'algue du lichen, les microbes sont mangés. De même, les avantages pour l'hôte habité sont des inconvénients pour les hôtes "hébergés" à demeure, et réciprocement. »* (Bricage, 2001a & b, 2006b).

### 3.c. Le paradigme "modèle" et ses prédictions... ÉCRIRE l'évolution.

« *Quel que soit le niveau d'organisation, les systèmes vivants sont structurés en territoires, modules qui échangent entre eux des informations écrites dans un langage minimal commun. »* (Bricage, 2005a).

« *Quel que soit le type d'organisation, l'émergence d'organisations nouvelles est un dépassement ou une transgression de systèmes anciens. Elle s'effectue par juxtapositions et emboîtements de systèmes pré-existants qui maintiennent leur identité au sein du "nouveau Tout" dont ils sont parties. Leur semi-autonomie est garantie par le maintien de frontières, individuelles et collectives, qui organisent, spatialement et temporellement, l'intégration des parties et du Tout dans leurs milieux de survie, écoexotope externe et endophysiotope interne. Le nouveau Tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties et émerge des métamorphoses simultanées des parties dans le Tout. »* (Bricage, 2005a).

« *Quel que soit le mode d'intégration, c'est la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés qui permet le maintien, à la fois, de la diversité et de l'unité. »* (Bricage, 2005a).

#### 3c1. L'origine virale de la cellule.

« *Les bactéries sont les organismes vivants les plus divers et les plus abondants de la terre, depuis 3,5 milliards d'années. Elles sont présentes partout, autour de nous, sur nous et dans nous. Sur la peau et dans l'intestin d'un individu en bonne santé, il y a cent fois plus de bactéries qu'il n'y a de cellules humaines. L'organisme bactérien ne comporte qu'un compartiment, délimité par une membrane (et une paroi) qui l'isole(nt) de son milieu externe de survie. Par rapport à cette limite du système, les structures fonctionnelles internes de survie constituent l'endophysiotope. Comme tout organisme vivant, il est intégré dans un milieu de survie dont il est indissociable. Le biotope et la biocénose de l'écosystème dont il fait partie, et dont il est partie, constituent l'écoexotope. C'est parce qu'il est capable de mobiliser de la matière et l'énergie, dans son écoexotope et dans son endophysiotope, qu'il peut maintenir son organisation, être permanent, survivre. Si les conditions de survie permettent une croissance en masse suffisante, après atteinte d'une masse minimale critique, il se divise, il croît en nombre et "se continue", se perpétue, dans sa descendance. »* (Bricage, 2002a).

« *Les bactéries possèdent les 7 capacités nécessaires et suffisantes pour définir tout niveau d'organisation du vivant : la mobilisation de la matière et de l'énergie, la croissance en masse, la capacité de réagir à des stimulations, le mouvement, l'organisation, l'intégration et la reproduction. Elles représentent le niveau d'organisation le plus simple du vivant, celui des monères, avec un plan unique d'organisation, mais nombre de variantes. (Bricage, 2005a). Une bactérie n'est pas une cellule. Une cellule est un autre niveau d'organisation. Et ces deux niveaux d'organisation sont adjacents. »* (Bricage 2000a, b, c, 2001d, 2002b, 2005a).

« *La cellule a émergé de la fusion de monères et de virus, juxtaposés et emboîtés en un nouveau Tout.... »* délimité par une autre interface fonctionnelle entre le nouvel endophysiotope et l'ancien écoexotope. (Bricage, 2005a & c).

« *Le TOUT (la cellule) est à la fois PLUS et MOINS que la somme de ses PARTIES. Le Tout et les parties sont toujours indissociables. Ce nouveau niveau d'organisation est la conséquence d'un nouveau mode d'intégration des partenaires dans un nouvel écoexotope. De leurs juxtapositions sont nées des associations fonctionnelles nouvelles. Les parties (les monères) ont perdu leur autonomie, elles ne peuvent survivre et se survivre en dehors de leur nouvel écoexotope. Pour que chaque partie survive, il faut que le Tout (et donc les autres parties) survive(nt). Pour que l'un(e) survive, il faut d'abord que l'autre survive et réciprocement. La croissance de l'un(e) est limitée par celle de l'autre et réciprocement :*

*“Un pour tous, tous pour un !”.* » (Bricage 1986a, 1998, 2000a, b, c).

#### 3c2. Un vaccin curatif contre le SIDA.

Le dernier vaccin expérimental préventif contre le VIH, testé il y a plus d'un an, a échoué.<sup>54</sup>

54 Après de premiers bons résultats, le laboratoire américain Merck était passé à la phase de l'essai clinique en testant son "candidat vaccin" sur 3 000 volontaires séronégatifs ayant un comportement "à haut risque de contamination".

Mais en septembre 2007, Merck désavoue son vaccin : non seulement il est inefficace, mais en plus il augmente le risque d'infection

« ... Ce vaccin utilise comme vecteur une version atténuée d'un adénovirus, l'Ad-5, provoquant de banales infections respiratoires". L'équipe de Merck y a inséré différents gènes du VIH, chargés d'exprimer des antigènes capables d'amorcer une réponse

L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

3c2a. Comment construire un vaccin curatif ? :

Pourquoi « Les dangers « contenus », au sein d'une ARMSADA sont-ils des avantages ? »

« La technologie du prélèvement *in vivo* de cellules souches<sup>55</sup>, de leur culture *in vitro*, puis de leur réimplantation *in situ*, au même individu, est maîtrisée. Cultivons une grande quantité, renouvelée, de cellules mères de la lignée lymphocytaire, saines, prélevées chez un individu contaminé (mais en dessous du seuil de contamination, assurant l'existence de cellules viables intactes, non infectées), en présence d'une quantité limitée, contrôlée, de virions HIV. Tôt ou tard, les cellules survivantes, sélectionnées *in vitro*, seront des cellules souches génétiquement modifiées, ayant intégré le virus sous une forme endogène stable. »

(figures 1 et 2 *In* Bricage, 2005d).

« Réimplantées, chez le même individu contaminé, elles donneront naissance à une lignée résistante à la lyse par le même type de virus. Le principe est le même que celui de la vaccination contre la rage :

- seul l'individu contaminé est traité (ses cellules souches clonées lui sont ré-injectées),
- il s'agit de "prendre de vitesse", *in vitro*, le virus. (Les médicaments, utilisés comme "retardateurs" *in vivo*, donnent le temps...). »

« C'est une thérapie génique du HIV par le HIV ... et non par un autre vecteur !

- Ce qui permet de contourner les différences épidémiologiques liées au sexe, et d'éviter les risques de restauration génétique inter-générationnels (hérité cytoplasmique).

- On peut espérer un avantage clonal en faveur des cellules transformées.

La technologie est certes coûteuse, mais sans doute moins que l'actuel traitement, pluri-annuel, très lourd en effets secondaires, qui n'aboutit qu'à retarder la mort de l'individu, et sélectionne des variants viraux résistants aux médicaments, et encore plus virulents !

On peut ainsi créer "technologiquement" un phénotype naturel de résistance au SIDA.

"Le virus peut même passer plusieurs fois."

Le procédé est applicable à tout "couple" cellule/rétrovirus. » (Bricage, 2005d, 2008b).

3c2b. l'histoire du vivant terrestre ... :

Pourquoi les vaccins curatifs à partir de cellules souches sont-ils les seuls possibles ?

La terre appartient aux monères, les ancêtres des actuelles bactéries (Tortora & al., 2004).

Pour survivre à l'invasion de leur écoexotope par des virus "monérophages" (« Survivre c'est manger et ne pas être mangé. »), leur endophysiotope, dans un premier temps, a intégré certains virus, ceux dont la capacité d'être accueilli limitée correspondait à la capacité d'accueil limitée de ces monères ancestraux (et réciproquement), formant ainsi, au moins 1 fois, au moins 1 ARMSADA, et permettant à la fois à certains monères et à certains virus « de survivre, et de se survivre, ensemble, dans un nouveau tout, en partageant les avantages et les inconvénients nécessaires à la survie de ce nouveau tout. » (Bricage, 2008c & d). Ce qui leur a permis ensuite de se diversifier en bactéries.

« Ces dangers contenus (ces "prophages"), indispensables, sont restés inapparents, tant que leur survie n'a pas été menacée. C'est-à-dire tant que l'endophysiotope bactérien (qui est l'écoexotope viral de survie) a conservé sa capacité de pouvoir les accueillir. Mais quand l'écoexotope de survie des bactéries ("habitées") a changé (apparition de dangers exogènes : changement de la capacité d'accueil de l'écoexotope habité par les bactéries) ou quand l'endophysiotope des bactéries a changé (apparition de dangers endogènes : changement de la capacité d'accueillir les phages), leur écoexotope étant menacé les prophages se libérèrent et retrouvèrent leur état libre, de vie ralentie, le seul état qui leur permettrait de retrouver un autre écoexotope d'accueil, un autre hôte accueillant. Pour survivre à cette catastrophe remettant en question la survie de toutes leurs formes de vie, les monères ont, tôt ou tard, mais à temps, et parce qu'il y a eu un bon endroit et un bon moment, au moins 1 fois,

immunitaire "préventive" contre le VIH. Les cellules dendritiques, "sentinelles" du système immunitaire, devaient ensuite provoquer une prolifération de lymphocytes tueurs (T, CD4 et CD8), qui s'attaquaient aux cellules infectées par le VIH. Mais ce mécanisme s'est enrayé chez des personnes qui avaient déjà rencontré le vecteur du vaccin, l'adénovirus, au cours d'une infection naturelle précédente, et présentaient un taux sanguin d'anticorps anti-Ad-5 parfois très élevé. À peine introduit, le vecteur vaccinal fut "assailli" par ces anticorps. Au lieu d'activer des lymphocytes T CD4 qui devaient combattre le VIH, les complexes formés vont surtout activer des lymphocytes T CD4 dirigés contre le vecteur du vaccin Ad-5 ! Et l'on sait depuis longtemps que les lymphocytes T CD4 ainsi activés sont une cible de choix pour le VIH. Pire..., comme les muqueuses sont les "portes d'entrée" de l'adénovirus Ad-5, les lymphocytes, "devenus cibles", s'y seraient dirigés. Or les muqueuses sont aussi un lieu d'attaque de premier choix pour le VIH... D'où, au final, un risque d'infection augmenté. » <http://www.techno-science.net/?onglet=news&news=6385>

55 Les cellules souches acceptent plus facilement l'insertion d'ADN.

*“noué”, par juxtapositions et emboîtements, au moins 1 nouvelle association, la cellule, grâce à au moins 1 virus, l'ancêtre du centrosome (Bricage, 2005a & c). Dans cette nouvelle ARMSADA les compartiments de la cellule sont les anciennes monères dont les ancêtres libres ont disparu. Mais cela n'a été possible qu'uniquement parce qu'il existait encore des monères souches capables de se rassembler et d'accueillir un nouveau virus, pour créer une nouvelle entité, qui était, à la fois, plus et moins que la somme de ses parties : comme dans toute métamorphose, des capacités anciennes disparaissent, des capacités nouvelles apparaissent et des capacités anciennes sont remaniées. Mais des changements perpétuels remirent continuellement en question la stabilité de l'écoexotope et de l'endophysiotope des cellules. Les virus bactériophages qui ne pouvaient plus atteindre directement les monères intégrées dans l'abri de la cellule (la mitochondrie, le noyau) évoluèrent en virus “cytophages” dont les cibles sont toujours un des compartiments cellulaires. Le cytoplasme étant l'ancienne monère d'accueil (des autres monères, qui y sont emboîtées et juxtaposées) peut toujours être envahi. Les virus pouvaient à nouveau manger, toujours sans être mangés, alors que, pour les monères, il était toujours impossible de ne pas être mangées. » (Bricage, 2003, 2005a, c & d, 2007a, 2008c & d).*

*« D'autres changements de la capacité d'accueil de l'écoexotope ou/et de l'endophysiotope des cellules permirent l'émergence d'un nouveau type d'ARMSADA, l'organisme métacellulaire, parce qu'il existait toujours des cellules capables de s'unir et des virus capables de les unir. Ce qui permit à ces organismes nouveaux de se diversifier et de peupler d'espèces la biosphère terrestre. Mais les virus “apprirent” à franchir la barrière de l'organisme pour retrouver à l'intérieur de celui-ci les cellules cibles contenant leurs proies initiales (« Survivre c'est manger ! »). À l'intérieur de l'organisme des cellules se spécialisèrent alors dans le piégeage et la chasse aux virus, d'autres dans leur destruction. Ainsi naquirent des systèmes, internes à l'organisme, de défense de l'identité des cellules constitutives de l'organisme (l'écoexotope des cellules) : d'abord les systèmes immunitaires chimiotoxiques, pour tuer les virus dans l'écoexotope des cellules, puis cytotoxiques, pour tuer les virus dans l'endophysiotope des cellules, en tuant les cellules. Les virus de prédateurs étaient devenus des proies, ils ne pouvaient plus manger sans risquer d'être mangés. Le dernier système de défense apparu est l'apoptose : le suicide de la cellule infectée suicidant le virus. Mais les virus ont appris à bloquer momentanément l'apoptose et à tuer les cellules tueuses de virus (SIDA) et à franchir les barrières des espèces (encéphalopathies). C'est une “course aux armements” ! Des virus colonisèrent (“domestiquèrent”) des bactéries qui devinrent cytophages (comme celles de la lèpre et de la tuberculose). Virus et bactéries depuis toujours peuvent créer des ARMSADAs. Des virus domestiquèrent des cellules en détournant à leur profit le fonctionnement des ARMSADAs bactériennes ou cellulaires (cancer). ».*

*« C'est une histoire sans fin. ». Sauf à créer une nouvelle ARMSADA pour, momentanément, échapper à une attaque et se préparer à la suivante. » (Bricage, 2008d, 2009c & d).*

Des monères à la cellule, à l'espèce, à l'écosystème, à la biosphère, à chaque nouveau niveau d'organisation supérieur adjacent, l'espace de survie augmente (le volume et la masse de matière vivante augmentent) mais le temps de reproduction aussi : une bactérie libre d'un volume de 0,000.000.000.000.001 mètre-cube peut se diviser en moins de 100 minutes, une cellule d'un volume de 0,000.000.000.000.001 mètre-cube peut se diviser en 100X100 minutes, un organisme d'un volume de 0,000.001 mètre-cube peut se reproduire en 100X100X100 minutes, un homme d'un volume de 0,1 mètre-cube ne peut se reproduire qu'en 100X100X100X100 minutes (figure 3). Et, à chaque saut d'organisation, vers des espaces plus grands et des temps plus longs, le nombre des descendants diminue : plus de 1000.000.000 pour 1 bactérie, qui peut se diviser indéfiniment, 1000.000 pour une cellule qui ne peut se diviser qu'un nombre de fois limité, quelques fois 1 pour un couple humain), combien pour un écosystème ? combien pour une biosphère ?

*Continuellement, la vie devient à la fois de plus en plus autonome et de plus en plus fragile.*

*« Pour qu'un développement soit durable, il faut qu'il soit “soutenable pour”, et “soutenu par”, chaque partenaire. Seules survivent les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés qui rendent les partenaires plus indépendants de leur ancien écoexotope mais plus dépendants de l'endophysiotope de leur association. » (Bricage, 2005b).*

Tout, tôt ou tard, tend vers une limite... (Bricage, 2001a & b) : figure 3, tableau 1b.

### 3c3. Un vaccin curatif contre le cancer.

Si « *Le cancer est une blessure qui ne guérit pas.* » Rudolf VIRCHOW (Dvorak, 1986).

Alors le seul remède est dans la prévention ! (Servan-Schreiber, 2007). Qu'est-ce qu'un cancer ?

L'ÉVOLUTION : **lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives**  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

3c3a. Le cancer "naît" de la rupture d'une ARMSADA.

« *Le cancer est le résultat d'une rupture de l'équilibre de l'Association à Avantages et Inconvénients Réciproques et Partagés (Association for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages = ARMSADA) constitutive de la cellule, et à l'origine de la cellule. Cette rupture est causée par une agression entraînant la perte de sa non-autonomie par la cellule.* » (Bricage, 2008c, d & e). Pourquoi ? Quand ? Comment ?

« *Le cancer est dû à la libération de dangers endogènes "contenus" ou à l'invasion par des dangers exogènes. Le cancer est une régression, par déstructuration spatiale ou temporelle du "contrat synallagmatique" établi entre partenaires de niveaux d'organisation différents, "pour le meilleur et pour le pire".* »

« *Mais, tôt ou tard, un danger exogène peut être contenu en étant intégré sous forme endogène, il devient alors indispensable à la survie. Jamais il n'y a d'avantages sans inconvénients. Mais il est possible de transformer les inconvénients en avantages et d'éviter que les avantages deviennent des inconvénients, par l'établissement d'une ARMSADA.* » (Bricage, 2008b & c). Ce paradigme (tableau 2) permet de proposer une méthodologie de réalisation d'un vaccin curatif anti-cancer, prolongement de celle proposée précédemment pour la réalisation d'un vaccin curatif anti-SIDA (Bricage, 2005d).

3c3b. **Comment construire un vaccin curatif ? :**

**Pourquoi « Les dangers "contenus", au sein d'une ARMSADA sont-ils des avantages ? »**

« - étape 1 : prélèvement, dans l'endophysiotope d'un malade cancéreux, d'un mélange de cellules souches et de cellules cancéreuses, pour l'entretien et le renouvellement, en culture *in vitro*, du mélange,

- étape 2 : agression par un choc physique (thermique ou radiatif) ou chimique (carence ou toxine) de la population cellulaire en culture, afin de libérer d'éventuels "dangers contenus", des virus endogènes capables de lyser les cellules cancéreuses,

- étape 3 : ces dangers "dé-contenus", libérés de l'endophysiotope cellulaire, peuvent alors être injectés dans l'endophysiotope de l'organisme (qui est l'écoexotope des cellules), directement dans les tumeurs, où ils vont tuer de plus en plus de cellules cancéreuses, et peut être libérer d'autres dangers contenus, tueurs de cellules cancéreuses. Si la libération des dangers contenus ne suffit pas, ou si elle n'est pas possible, on peut utiliser d'autres dangers "non-contenus", exogènes.

- étape 4 : repiquage d'un échantillon représentatif de la population du mélange et

- étape 5 : traitement par une collection de virus exogènes afin de lyser les éventuels cellules cancéreuses restantes, et d'éventuellement libérer d'autres virus tueurs de cellules cancéreuses, *ex vivo*,

- étape 6 : quand il ne reste plus une seule cellule cancéreuse, le mélange des cellules saines survivantes, en conservant dans son écoexotope les virus présents, libres ou libérés, est cultivé en masse, et

- étape 7 : réinjecté *in situ* dans l'organisme du malade. Seule cette autogreffe peut le guérir *in vivo* de son cancer et le rendre résistant à une récidive d'un cancer de même type. » (Bricage, 2008a, b, c & d).

3d. Ses validations... **DIRE l'évolution** (tableau2)

« *Toute cellule contient dans son génome des génomes viraux juxtaposés et emboîtés.* » (Bricage, 2008e).

« *Ces dangers contenus, intégrés, sont indispensables au bon fonctionnement.* » (Bricage, 2008c) :

*"The Metamorphoses of the Living Systems"* <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130685>

3d1. avec le SIDA : <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00352578/fr>

En avril 2006 des chercheurs réalisaient une première étape de ce protocole de vaccination curative du virus (<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>) du SIDA (*Stem Cell News : High Hopes for AIDS Therapy* : <http://www.stemcellnews.com/articles/stem-cells-aids-virus.htm>). En novembre 2008, des médecins allemands annoncent avoir guéri, depuis 285 jours, un patient traité par réimplantation de cellules souches (*Stem Cells : Progress Towards "The Cure" ?* : <http://www.thebody.com/content/art45633.html>, *Stem-cell cure for HIV patient* : <http://www.irishtimes.com/newspaper/letters/2008/1124/1227293466313.html>, The Irish Times, Mon. Nov 24, 2008).

Pour "guérir" du SIDA, il faut permettre l'établissement d'une nouvelle ARMSADA entre cellule et virus.

3d2. avec le cancer : <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00351226/fr>

Le séquençage du génome de cellules cancéreuses a mis en évidence la présence de mutations génétiques associées à la tumorisation. Chez la souris sont sélectivement activés, par la présence de gènes sauteurs (comme le transposon "Sleeping Beauty", analogue à un virus à ADN, qui "sauve" au hasard d'un gène à un autre), des dizaines de gènes à l'origine de cancers colorectaux et qui contiennent des centaines d'insertions de transposons "à l'état dormant".

80% de ces oncogènes présents chez la souris expriment chez l'homme les mêmes fonctions, et altérées de la même façon (Starr & al., 2009). « *Le cancer est une maladie due à un dysfonctionnement génétique qui est la conséquence d'une expression "dé-contrôlée" de gènes viraux endogènes. Le risque s'accroît avec la durée de vie...* » (Bricage, 2008c & e). Si « *Le cancer est la conséquence de la rupture d'une ARMSADA.* » (Bricage, 2008d) : <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/bricageCancer.pdf>, alors, pour guérir du cancer, il faut détruire la ARMSADA altérée des cellules cancéreuses : <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/bricageWS1.pdf>.

## II. Les autres niveaux d'organisation & d'intégration.

Les monères, organites de la cellule, sont les modules d'un nouveau départ, celui des organismes cellulaires puis métacellulaires, car un nouveau mode de confinement est apparu avec eux (il n'existe pas au niveau inférieur adjacent) : la membrane.

Est-ce que c'est le mode de confinement, la façon dont s'organise la zone d'échanges et de séparation avec l'écoextope, la **limite** de l'endophysiotope, qui permet de **définir des suites de niveaux d'organisation** ? ...

donc d'écrire, et de décrire, de délimiter les échelles du vivant (tableau 1) ?

### A. Les niveaux télescopiques et mégascopiques (en "montant" l'échelle des niveaux).

« *En 1927, le mathématicien Georges Lemaître propose un modèle cosmologique d'un Univers en expansion à partir d'une explosion initiale.* », « *Théorie très vite étayée par la découverte par l'astronome Edwin Hubble, en 1929, que "toutes les galaxies semblent s'éloigner les une des autres avec une vitesse qui augmente proportionnellement à leur distance".* » (Brunier, 2005).

#### 1. La biosphère planétaire terrestre.

La terre est une entité vivante. C'est l'hypothèse Gaïa, de James LOVELOCK & Lynn MARGULIS (Bricage, 2009b & d). **Elle entretient une barrière de confinement**, l'atmosphère, qui protège la vie terrestre, des dangers de l'extérieur (Parker, 2006), dans ses différents "compartiments" : eaux, sols, air, organismes.

##### 1.a. SURVIVRE.

La biosphère terrestre possède les 7 caractéristiques mutuellement nécessaires et suffisantes pour définir la vie.

###### 1.a.1. MOUVEMENTS, internes et externes, passifs et actifs.

« *La chaleur due à la radioactivité contribue aux puissants mouvements ascensionnels de roches à l'origine du volcanisme et de la tectonique des plaques.* » (Araki & al., 2005). La terre est animée de soubresauts internes qui forment, déforment et reforment sa surface et qui sont à l'origine de la dérive des continents.

« Par définition », l'étoile Polaire reste au même endroit dans le ciel toute l'année. Sa position est stationnaire. Mais d'autres groupes d'étoiles sont visibles uniquement durant certaines périodes de l'année. « *Chaque nuit ces étoiles se lèvent vers l'Est, tournent autour de la Polaire, et ensuite se couchent sous l'horizon Ouest. Au fil des saisons des groupes successifs de constellations traversent le ciel.* » (Menzel & al., 1989). La terre tourne non seulement sur elle-même mais elle se déplace aussi autour du Soleil et, avec le système solaire, elle se déplace au sein de la Voie lactée, qui elle-même se déplace.

« *Alpha du Dragon (Thuban) était l'étoile polaire, il y a environ 5000 ans, elle a cédé la place à Polaris à cause du mouvement d'oscillation du pôle nord terrestre (mouvement de précession). L'étoile la plus brillante de la Lyre, Véga, deviendra l'étoile polaire dans environ 12.000 ans.* » (Ridpath & Brunier, 1987).

###### 1.a.2. MOBILISATION DE LA MATIÈRE ET DE L'ÉNERGIE.

« *La Lyre est le point d'origine de deux pluies de météores chaque année. Trois pluies de météores tombent du Verseau chaque année. La plus forte est celle des Aquarides Delta qui atteignent un maximum de près de 35 météores à l'heure le 8 juillet de chaque année. La pluie de météores la plus abondante de l'année est celle des Quadrantides du Bouvier, leur constellation "point de jайлissement". Les Quadrantides atteignent près de 100 météores à l'heure le 3 ou le 4 janvier de chaque année.* » (Ridpath & Brunier, 1987).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

### 1.a.3. ORGANISATION.

« Les planètes à intérieur rocheux -Mercure, Vénus, la Terre et Mars- ont perdu leur atmosphère primordiale. Dans le cas de Vénus, de la Terre et de Mars, celle-ci a été remplacée par de nouvelles atmosphères formées par les gaz jaillis de l'intérieur des planètes à travers les volcans. Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, ont à peu près la même atmosphère que celle qu'ils avaient à leur naissance. » (Ridpath & Brunier, 1987).

L'atmosphère joue le rôle d'une barrière de confinement.

Elle est à la fois une zone d'échanges avec l'extérieur extra-terrestre, d'arrêt des dangers extra-terrestres et d'accumulation des déchets terrestres (comme l'oxygène, poison toxique produit par les végétaux photosynthétiques, devenu aliment pour la survie des organismes hétérotrophes respiratoires). L'atmosphère possède un « squelette convectif » actif (Majda & Stechmann, 2009)... comme la **membrane d'un compartiment** bactérien !

### 1.a.4. RÉACTIONS AUX STIMULATIONS.

**L'activité des organismes vivants a modifié cette barrière de confinement** (Bricage, 2009d).

### 1.a.5. CROISSANCE.

En captant des matériaux et de l'énergie extra-terrestres et en les incorporant à sa matière minérale (chimie minérale) ou/et en les transformant en matière vivante, organisée (chimie organique), la biosphère terrestre accroît sa masse et son organisation complexe.

### 1.b. SE SURVIVRE.

Les forêts tropicales humides ne couvrent que 7% des terres émergées mais elles abritent 90% des espèces vivantes : 1 ha de forêt amazonienne compte autant d'espèces d'arbres que toute l'Europe continentale (Collectif, 2007). Mais, elles ne survivent, et ne se survivent, qu'en climat chaud et humide sans variation saisonnière. Ce, tant que l'homme ne modifie pas le climat, globalement, ou le sol, localement (Bricage, 2009d).

L'humanité est capable d'orienter "**glocallement**" l'évolution de son écoexotope. Elle est l'acteur **clé-de-voûte** de l'espace-temps-action de sa biosphère. **Leurs survies réciproques sont indissociables** (Bricage, 2009b, c & d). L'homme peut-être la meilleure ou la pire des formes de vie pour l'évolution de Gaïa.

### 1.b.1. Se survivre c'est "**redonner sa forme de vie**".

L'entité vivante terrestre possède la capacité de reproduction parce qu'une de ses formes de vie, l'espèce humaine, est une espèce clé de voûte qui peut assurer la survie et la propagation, sur la terre ou sur d'autres planètes, d'écosystèmes, sauvages ou anthropiques (plantes et animaux domestiques), d'origine terrestre.

### 1.b.2. Apparition et EMERGENCE par ARMSADA.

« **Essentiellement trois chaînes de désintégration contribuent à la radioactivité terrestre, celle de l'uranium (il en existe trois isotopes naturels), celle du thorium (un isotope) et celle du potassium (trois isotopes).** » (Araki & al., 2005). Ces « chaînes » « métaboliques » existent déjà dans les étoiles.

Les planètes se forment à partir des « cendres » d'étoiles pré-existantes (Reeves, 1988).

« **Chaque centimètre carré de la surface terrestre est surmonté par une colonne d'air de 1 kg. Un proton incident a une énergie de l'ordre de 1 milliard d'électronvolts (par comparaison l'énergie d'un photon de lumière visible est de l'ordre de 1 électronvolt). Son impact contre un atome arrache 1 ou 2 protons ou neutrons du noyau atomique et libère une pluie de rayons gamma de haute énergie et des pions. Chaque photon gamma se propage dans l'atmosphère et provoque la création d'un électron et de son antiparticule, un positon. Ces 2 particules s'annihilent en émettant des rayons gamma moins énergétiques et le cycle continue ainsi en cascade jusqu'à ce que l'énergie des photons soit trop faible pour créer des particules.** » (Parker, 2006).

« **Dans le même temps, les pions se désintègrent en muons, qui parviennent jusqu'au sol. En traversant un organisme vivant, ils ionisent des atomes et brisent des liaisons chimiques. Environ 5000 ions traversent ainsi le corps humain chaque seconde, chacun laissant sur son passage une traînée de liaisons chimiques brisées.** » (Parker, 2006). Pour résister à cette pluie de particules nocives extra-terrestres (à l'extérieur de l'endophysiotope), mais intra-stellaire, intra-galactique (à l'intérieur de l'écoexotope), comment des associations de particules, autrefois libres, ce sont-elles organisées en atomes, puis en molécules, puis en monères, puis en organismes, puis en systèmes stellaires ?

**Tout espace-temps-action est un champ de force**

« **Une force est ce qui est susceptible de provoquer un mouvement ou un changement. Dans la nature, il n'existe que 4 forces : la force de gravitation, qui rend compte de l'interaction des corps matériels, la force électromagnétique, qui rend compte des propriétés physiques et chimiques de la matière, la force nucléaire forte, responsable de la cohésion des noyaux atomiques, la force nucléaire faible, de la radioactivité.**

*L'espace pénètre dans tous les agrégats de matière de toutes les directions pour former une sorte de filet; seulement, au lieu d'être composé de mailles, il présente "des cellules" qui isolent chaque atome des atomes proches... Il ne faut pas introduire de distinction entre les atomes et l'hypothétique espace qui les sépare... Ce sont les forces distribuées autour des centres de forces qui leur font prendre les propriétés d'atomes de matière. » (FARADAY In Benot, 2006). « Toutes les particules, ensemble, paraissent créer dans l'espace environnant un état qui à son tour, produit un certain ordre. Ces états de l'espace appelés aujourd'hui champs... » (EINSTEIN In Benot, 2006). « Le champ fait de l'espace un milieu qui peut être doté de propriétés physiques particulières. En chaque point de l'espace qui nous entoure règne le champ magnétique terrestre. C'est une grandeur qui ne dépend pas de l'objet sur lequel la force va s'exercer, c'est une propriété de l'espace dans lequel baigne l'objet. Ainsi une variation de champ électrique produit un champ magnétique, et une variation de ce dernier produit à son tour un champ électrique, et ainsi de suite. » (Benot, 2006) :*

*« La cause devient l'effet et l'effet devient la cause. » (Loi systémique constructale In Bricage, 2007b).*

Pour que le Tout "final", nouvel espace-temps-action, survive et se survive, il faut que les "Tout"s précédents survivent et se survivent dans ce nouvel espace-temps-action, qu'ils co-créent ensemble par "un effet d'inductance mutuelle".

#### 1.b.3. Evolution... : des modules anciens pour de futures ARMSADA.

Le niveau d'organisation qui fait suite à la biosphère, **niveau supérieur adjacent**, n'est pas l'étoile mais le système stellaire. En effet, **tout se passe comme si** la biosphère terrestre était équivalente à "une monère" et le système solaire à "une cellule" : tableau 1. « *L'étoile la plus proche du soleil, Alpha du Centaure, se situe à 4,3 années-lumière. Tout objet se trouvant à 2 années-lumière du soleil est encore soumis à son attraction.* » (Asimov, 1985).

L'échelle dimensionnelle du niveau d'organisation des systèmes stellaires est l'année-lumière (A.-L.).<sup>56, 57</sup>

#### 2. Les étoiles et les systèmes stellaires.

*« Philolaos (V<sup>e</sup> s. av. J.-C.), de l'école pythagoricienne, postula l'existence d'un foyer central. Puis Aristarque de Samos (310-230 av. J.-C.) soutint que le soleil était une étoile fixe autour de laquelle la terre décrivait l'écliptique... dix-sept siècles avant Copernic. »* (Collectif, 1985).

*« Le Soleil domine le ciel diurne. Le rayonnement solaire diffusé par l'atmosphère terrestre rend le ciel bleu. Ce ciel est plus brillant que n'importe quelle étoile : c'est pourquoi nous ne pouvons voir les étoiles durant la journée. Peu après le coucher du Soleil ou juste avant son lever, le ciel est suffisamment sombre pour que nous puissions voir les plus brillantes des étoiles. Loin des brumes de la pollution et des reflets des lumières des villes, il est possible de voir environ 3000 étoiles à l'oeil nu. »* (Menzel & al., 1989). Une étoile comme le soleil a un diamètre de 10p+9 m. Mais, son interface d'échange avec l'extérieur, la chromosphère, n'a que 10p+6 m d'épaisseur (soit 1/1000 du diamètre)<sup>58</sup>. L'agitation par convection n'affecte que 10p+8 m de sa périphérie sous la chromosphère (soit 1/10).

Un système planétaire et stellaire est **un ensemble organisé, par juxtaposition et emboîtement, de populations d'objets pré-existants** (téléscopiques), tout comme une cellule est un ensemble organisé, par juxtaposition et emboîtement, de populations de monères pré-existants (microscopiques).

**Tout se passe comme si** les planètes (que l'on ne voit pas, sauf si elles réfléchissent la lumière) ET l'étoile (ou les étoiles) formaient une "cellule" (stellaire)<sup>59</sup> dans laquelle les étoiles (que l'on voit), compte tenu de leur masse et de leur structure, jouent le rôle des "vacuoles" spécialisées dans la mobilisation de la matière et de l'énergie.

#### 2.a. SURVIVRE.

"Les systèmes stellaires sont mortels" car les étoiles ont une "durée de survie" limitée.

56 Toutes les valeurs seront maintenant exprimées sous la forme suivante de puissances de 10 : 10pX

10p+3 = 1000 (mille), 10p+6 = 1000.000 (1 million), 10p+9 = 1.000.000.000 (1 milliard), etc,  
10p-3 = 0,001 (1 millième), 10p-6 = 0,000.001 (1 millionième), 10p-9 = 0,000.000.001 (1 milliardième), etc.

57 1 année = 3.10p+7 s, 1 seconde lumière = 3.10p+8 m donc 1 A.-L. = 10p+16 m.

58 Pour comparaison, le diamètre des planètes Terre et Vénus est de l'ordre de 10p+7m.

59 Une **cellule** stellaire d'un **organisme** galactique n'a rien à voir avec une cellule d'un organisme métazoaire (pas plus que le noyau d'un atome n'a à voir avec le noyau d'une cellule). Mais, TOUT SE PASSE COMME SI, en termes d'**HOMOLOGIE**, les mêmes termes définissaient des **niveaux similaires de périodicité organisationnelle** : tableau 1 (où les colonnes définissent des modes de confinement différents).

Ainsi en est-il de toute chose nouvelle..., « *Ils n'avaient pas de nom lorsqu'ils vivaient; et le dernier même mourut longtemps, bien longtemps avant qu'il y eût quelqu'un sur la Terre pour leur donner un nom.* Les savants les appellèrent Trilobites parce que la carapace qui les protégeait était divisée longitudinalement en trois lobes. » (Parker, Balland & Cazalas, 1955).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Leur durée de survie est une fonction décroissante de leur masse. Celle de notre soleil est de **10 milliards d'années** (plus de  $10^{17}$  ans). Les stades finaux de l'évolution stellaire sont des objets "condensés" sombres (naines noires, étoiles à neutrons et trous noirs) ou des objets "explosifs" (super-novae) (Cassé, 1995).

Avec la mort de l'étoile la source d'énergie du système stellaire disparaît.

« **Un grand nombre de supernovae est à moins de un milliard d'années-lumière.** » (Ribeau-Gésippe, 2009a).

### 2.a.1. MOBILISATION de la MATIERE et de l'ENERGIE.

« *Toutes les étoiles sont des boules de gaz chaudes qui rayonnent. Elles ont des températures allant de 2.100°C à 50.000°C. Tout comme une barre de fer qui rayonne toujours plus quand on la chauffe, commençant par être rouge pour devenir blanche quand la température s'élève, de même la couleur d'une étoile est un indicateur de sa température superficielle. Les étoiles les plus froides sont des boules de gaz rouges, les plus chaudes rayonnent dans le blanc-bleu. Ces couleurs peuvent être distinguées à l'oeil nu.* » (Menzel & al., 1989).

« *Les étoiles dont la masse est 20X plus importante que celle du soleil sont 10X plus chaudes et 1000.000X plus lumineuses. Elles sont le siège de réactions thermonucléaires qui vont plus loin que la fusion d'hydrogène en hélium, puis d'hélium en carbone. Elles produisent en abondance des éléments plus lourds que l'oxygène. Elles éjectent en permanence énormément de matière.* » (Nazé, 2009).

Les tempêtes qu'elles provoquent **re-dessinent en permanence l'endophysiotope circumstellaire, l'approvisionnant, le chauffant et le déformant.** « *Sans oublier leur fin, explosion en supernova, qui achève de transformer leur environnement.* » (Nazé 2009).

Si une masse semblable à celle du soleil ( $10^{10}$  m de diamètre) est compressée  $10^{10}$  fois en une sphère de quelques kilomètres de diamètre, sa gravité est telle que la lumière ne peut plus la quitter. « *Une étoile effondrée par contraction gravitationnelle, par sa rotation déforme tellement l'espace-temps dans son voisinage qu'elle l'entraîne avec elle, et dans elle, en un trou noir.* » (Mochkovitch, 2008). « *Tout trou noir stellaire est capable d'absorber par son champ gravitationnel toute la matière et l'énergie dès qu'ils ont franchi un seuil inexorable de non-retour (l'horizon du trou noir)* » (Davies, 2009).

« *Les "flare stars" ou "étoiles à éclats", telle que UV Ceti, sont en général des naines rouges qui subissent une augmentation explosive de leur éclat, de façon intermittente, irrégulière et de courte durée (de 1 à 6 magnitudes, soit 100X, en quelques minutes).* » (Menzel & al., 1989).

**Tout se passe comme si** un trou noir massif était comparable à "une vacuole digestive" et une étoile variable, ou un couple d'étoiles variables, aux "vacuoles pulsatiles" d'une paramécie (Bricage, 1986).

### 2.a.2. MOUVEMENT d'une "CELLULE" STELLAIRE.

#### - **Mouvements externes dans l'écoexotope et échelle temporelle.**

Le temps nécessaire à une étoile (à une cellule stellaire) pour passer d'un bord à l'autre d'un amas d'étoiles (de cellules stellaires), ou temps de traversée, est voisin d'un **million d'années**. Le temps nécessaire pour que des interactions entre étoiles (entre cellules stellaires) infléchissent la trajectoire de l'une d'entre elles, ou temps de relaxation, est voisin d'un **milliard d'années** (Meylan & Verbunt, 1989).

Or la durée de vie de nombreux systèmes stellaires est inférieure à 1 million d'années.

« **Tout tourne dans l'Univers, et les trous noirs n'échappent pas à la règle.** » (Ribeau-Gésippe, 2007a). Un trou noir appartenant à notre galaxie entraîne sa cellule stellaire à la vitesse de près de 1000 tours/s.

#### - **Mouvements internes dans l'endophysiotope et échelle spatio-temporelle.**

La lumière "fait le tour" du système solaire en une journée terrestre (Horgan, 1994). La plus grande dimension du système solaire, son rayon suivant le plan de l'écliptique, est estimée à **1 Année Lumière (A.-L.)<sup>60</sup>**, soit environ  **$10^{16}$  m**.

« *Toutes les étoiles, y compris le soleil, changent de position avec le temps. Le soleil met environ 250 millions d'années pour accomplir un tour de son orbite à l'intérieur de la galaxie. D'autres étoiles s'y meuvent à des vitesses différentes.* » (Ridpath & Brunier, 1987). "Comme dans un organisme", des "cellules" sont fixes, d'autres mobiles et leurs vitesses de déplacement est liée à leur(s) rôle(s) physiologique(s) pour la survie du Tout.

### 2.a.3. CROISSANCE en MASSE.

« *La masse maximale qu'une étoile peut atteindre est mal connue. Théoriquement, au-delà d'une certaine limite, les réactions de fusion seraient tellement puissantes qu'elles entraîneraient la dislocation de l'étoile.*

60 Une année lumière est le chemin parcouru par la lumière en une année de **notre** temps, c'est-à-dire  $9,46 \cdot 10^{15}$  m (1 A.-L. =  $10^{16}$  m). Seules quelques dizaines d'étoiles sont à moins de 20 années lumière du Soleil. (Menzel & al., 1989).

*On situe cette limite autour de 100 masses solaires. Une loi empirique, dite de Salpeter, montre que les étoiles massives sont beaucoup moins nombreuses que les plus légères. Dans l'amas des Arches, situé près du centre de notre galaxie, on devrait observer de 20 à 30 étoiles de plus de 130 masses solaires, or on n'en a vu aucune. » (Nazé, 2009). Pourquoi ?*

Le diagramme de Hertzsprung-Russell ou **diagramme HR** est représentatif des phases de l'évolution stellaire sous l'effet de la contraction gravitationnelle. « *Une proto-étoile se contracte et, par conséquent, sa taille et sa température se modifient, mais de façon différente en fonction de sa masse initiale. Plus la masse est grande, plus l'évolution est rapide. »* (Collectif, 1985). « *Les toutes premières étoiles qui se sont formées après le Big Bang, seraient très massives, dépassant les cent masses solaires. Elles seraient à l'origine de certains sursauts gamma, voire de trous noirs. »* (Nazé, 2009).

#### 2.a.4. ORGANISATION spatiale et temporelle : "la cellule" STELLAIRE.

Quel que soit le système "solaire", l'étoile n'est qu'un compartiment parmi d'autres ! Les autres sont les planètes, l'ensemble étant "entouré" dans un **endophysiotope** constitué par la "nébuleuse" stellaire avec ses astéroïdes et ses **comètes** ... Des différences d'organisation caractérisent chacun de ses compartiments, mais **tous sont "confinés"** et la structure de leur TOUT obéit à la troisième loi de Kepler (Menzel & al. 1989, Tonnellat, 2004).

Dans notre système solaire, la planète Vénus est confinée par une atmosphère, constituée d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et de dioxyde de carbone, dont la pression est presque 100 fois supérieure à celle de l'atmosphère terrestre, qui elle contient de l'eau (H<sub>2</sub>O). En fait, « *La Terre contient la même proportion de dioxyde de carbone que Vénus, mais sur terre il est enfermé dans les roches carbonatées formées dans les océans. »* grâce à la présence d'eau ! « *La couleur verdâtre à bleuâtre d'Uranus et de Neptune provient du méthane. »* (Menzel & al. 1989) et non de l'eau comme sur terre. Les comètes<sup>61</sup> sont de grandes boules de neige glacée. Chacune provient d'un gigantesque "réservoir", le nuage de Hertzsprung, qui en contient des centaines de millions et qui entoure et délimite les confins du système solaire, loin des planètes les plus extérieures (Asimov, 1985). « *Parfois, sous l'impulsion gravitationnelle de l'étoile, un de ces corps bouge et se rapproche du Soleil. L'énergie solaire le réchauffe et le corps perd du gaz et de la poussière ce qui forme une traînée, propulsée loin de la comète par le vent solaire, composé des particules éjectées de la couronne solaire. La comète de Encke revient tous les 3,3 ans. La comète de Halley ne revient que tous les 76 ans. »* (Menzel & al. 1989).

#### **Les compartiments sont semi-autonomes, dans l'espace, dans le temps et dans l'action.**

Ils échangent de la matière et de l'énergie, puisque, outre les comètes, des groupes d'astéroïdes, comme le groupe Apollon, traversent l'orbite terrestre. Une étoile filante ou météore est une poussière qui traverse l'atmosphère terrestre en moins d'une seconde. Plusieurs fois dans l'année, l'orbite de la Terre croise un essaim de "poussières", qui pour la plupart sont des restes de comètes désintégrées, et qui produisent des pluies d'étoiles filantes. Les Léonides sont particulièrement spectaculaires tous les 33 ans environ.

« *La surface visible du soleil, la photosphère, a une température d'environ 6000°C, les taches solaires n'en ont une que de 4500. Elles paraissent sombres par comparaison. Elles sont associées à de forts champs magnétiques au sein du soleil. Chaque tache solaire dure quelques jours à quelques semaines en changeant pendant ce temps de taille et d'intensité. Le nombre et l'étendue des taches solaires augmentent et diminuent selon un cycle qui dure en moyenne 11 ans. Parfois de brillantes éruptions se produisent à côté des taches. Une éruption dure quelques heures, projetant des particules qui peuvent produire sur la terre des effets atmosphériques. Le soleil ne tourne pas comme un corps solide. À l'équateur il tourne en 24,7 jours, mais en 34 jours près des pôles. »* (Ridpath & Brunier, 1987; Menzel & al. 1989). « *Après un cycle de 11 ans, les polarités de chaque hémisphère solaire sont inversées. Il faut donc 2 cycles de 11 ans, soit 1 cycle de 22 ans, pour que les taches solaires retrouvent leur polarité d'origine. »* (Menzel & al. 1989).

C'est en quelque sorte une vacuole pulsatile, un "réservoir actif", qui régule la distribution de matière et d'énergie au sein du système solaire, à l'échelle spatiale et temporelle du système solaire, de la même façon que la vacuole pulsatile des Paramécies assure leur isotonicité intra-cellulaire, à l'échelle spatiale et temporelle de leur organisme.

« *La plupart des étoiles font partie de systèmes d'étoiles multiples. Elles forment un système physique d'étoiles dont les périodes de rotation sont de quelques heures à quelques siècles. »* (Menzel & al., 1989).

61 « Combien existe-t-il de comètes ? Lorsqu'on posa la question à KEPLER, il répondit : "Autant que de poissons dans l'eau." » (Asimov, 1985).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Plus de la moitié des étoiles de notre galaxie sont des étoiles binaires ou doubles qui sont physiquement liées, chacune décrivant une ellipse autour de l'autre, tout comme les planètes (astres "errants") tournent autour du soleil; leur période de rotation variant de 10 à 1000 années (Menzel & al., 1989). « *Les composantes de l'étoile double 61 Cygni, à 11 A.-L. de la terre, parcourent leur orbite en 650 années.* » Autour du barycentre stellaire tournent des planètes de structures diverses, mais "sur des orbites échelonnées" quantitativement (comme dans l'atome).

Autour de ces planètes tournent, de même, des satellites, sur des orbites échelonnées (Anonyme, 1990).

« *Les interactions entre les corps du système solaire engendrent un gigantesque labyrinthe mouvant fait de rivières de flux gravitationnels et de murs infranchissables percés d'étroits canaux (les points de Lagrange) qui mettent en communication plusieurs rivières.* » (Jaffé, 2007). Tout se passe comme si ces flux structuraient la cellule stellaire solaire en un "hyaloplasme" animé de mouvements cycliques (**mouvements de cyclose**) autour de puits gravitationnels. Ce hyaloplasme stellaire est "visualisable" soit par le nuage de poussières et de gaz gravitant autour de l'étoile, comme le nuage zodiacal (Francillon 1982) (nuage qui apparaît, au voisinage du plan de l'orbite terrestre, autour de notre soleil), soit par la nébuleuse qui provient des couches externes d'une étoile qui termine sa vie en explosant en supernova (comme dans la nébuleuse du Crabe qui contient le pulsar PSR B0531+21, reste très dense du cœur de l'étoile tournant à grande vitesse). Ce nuage zodiacal contient à la fois les poussières et les gaz libérés par les comètes quand elles s'approchent de l'étoile, ceux provenant d'essaims de météorites, et ceux provenant de nuages interstellaires.

Tout se passe comme si certains de ces couples d'étoiles visualisent des couples de vacuoles pulsatiles au sein d'une même cellule stellaire, mais d'autres visualisent une interaction entre 2 cellules stellaires aboutissant à la mise en place d'un nouveau cortège planétaire, c'est-à-dire une "figure" de reproduction (Ribeau-Gésippe, 2007b).

### 2.a.5. Organisation et INTÉGRATION.

Tout se passe comme si, la terre (Gaïa) est "une monère bleue photosynthétique" inséparable de "la cellule végétale" solaire dont elle est partie. Grâce au flux d'énergie solaire reçu, en fonction duquel elle s'oriente, comme un chloroplaste vis à vis de la lumière dans la cellule, et à sa réserve d'eau interne, elle permet la réalisation de la photosynthèse par les monères et les cellules terrestres chlorophylliennes (bleu-vert), organismes "producteurs" de la matière organique, à l'origine de celle de tous les autres êtres vivants "consommateurs". Si la terre est une monère photosynthétique porteuse de monères photosynthétiques et joue le rôle d'un chloroplaste dans une cellule végétale, compte tenu de sa taille, de sa couleur et de sa position, on peut dire que tout se passe comme si la lune était un stigma (comme celui associé à certains chloroplastes) on n'y trouvera donc pas de vie autochtone et, compte tenu de sa taille, de sa couleur et de sa position, on peut dire que tout se passe comme si la planète mars était une monère équivalente d'une mitochondrie, on y trouvera donc une vie autochtone fonctionnant "métaboliquement" à l'envers de la vie terrestre.

« *C'est grâce aux phénomènes des résonances (couplages entre orbites) que les systèmes ont tendance à se stabiliser pendant de très longues durées dans certaines configurations relatives (loi des distances planétaires, de Titius-Bode). Dans le système solaire, il y a, à la fois, des résonances entre les planètes, comme entre Neptune et Pluton (rapport de leurs périodes de 3/2) et entre les satellites d'une planète, comme entre Titan et Hypéron (rapport des périodes de 4/3). Dans les deux cas, le corps extérieur est beaucoup plus petit et se déplace sur une orbite excentrique.* » (Collectif, 1985).

Le système stellaire est à la fois espace et temps, onde et corpuscule, matière et énergie.

Tout se passe comme si les amas globulaires d'étoiles forment comme un "tissu différencié", de millions de "cellules" stellaires, au sein d'un "organisme" galactique. En effet ces étoiles sont de même âge et de mêmes propriétés et il ne s'y trouve pas d'étoiles jeunes (Meylan & Verbunt, 1989).

### 2.a.6. RÉACTIONS AUX STIMULATIONS.

« *L'éclat de nombreuses étoiles varie. Mira, la première étoile variable a été découverte en 1596. Une naine, SS Cygni, change de magnitude, de 12 à 8, tous les 50 jours. Ces fluctuations peuvent être liées à l'organisation ou au mouvement, une étoile en masquant temporairement une autre, ou à ,de véritables changements des conditions "physiologiques" de l'étoile.*<sup>62</sup> » (Menzel & al., 1989). Ces étoiles variables ne sont pas réparties au hasard. « *Les étoiles variables de type RR Lyrae, qui ont des périodes très courtes, souvent moins d'un jour, ont été découvertes dans les amas globulaires. Toutes ont la même luminosité intrinsèque.*<sup>63</sup> » (Menzel & al., 1989). Elles sont caractéristiques de structures très âgées.

62 Ce qui représente une variation de 40 fois, l'échelle de magnitude étant une échelle logarithmique de raison 2,5x (Menzel & al., 1989).

63 Les écarts en magnitude entre "les éclats" des étoiles de ce type résultent donc de distances différentes par rapport à l'observateur. C'est ainsi que les astronomes déterminent la distance des amas globulaires.

« *Même les trous noirs invisibles, trahissent leur présence, en avalant les gaz de l'espace qui les entourent ... de nombreuses étoiles ne sont pas isolées, elles ont un compagnon. La grande majorité des jumeaux stellaires sont physiquement apparentés et orbitent l'un autour de l'autre sur de longues périodes de temps. Il existe des familles stellaires : étoiles doubles, triples, quadruples, et même des groupes plus vastes.*

*L'étoile Castor, des Gémeaux, est un système de 6 étoiles unies par la gravité.* » (Ridpath & Brunier, 1987).

Toutes les étoiles n'ont pas un éclat constant. Certaines semblent varier d'intensité périodiquement sur des durées de jours ou de mois. La dimension des étoiles variables dites céphéides, dites aussi étoiles pulsantes, est soumise à des pulsations régulières comme une vacuole pulsatile. « *La dimension de Delta de Céphée varie tous les 5,4 jours. Toutes les céphéides ont des courbes de lumière particulière avec des périodes de un à quelques jours.*<sup>64</sup> ».

## 2.b. SE SURVIVRE.

« *Il y a 86.400 secondes en 1 jour. Il existe des étoiles qui rayonnent en 1s autant d'énergie qu'en émet le soleil en 1 jour, des étoiles dont la luminosité est des centaines de milliers de fois supérieure à celle du soleil, des étoiles 10 à 50 fois plus massives que le soleil et dont la température superficielle dépasse 20.000 °C. De couleur bleutée, en raison de leur très haute température, ces étoiles ne vivent pas longtemps, quelques centaines de milliers ou quelques millions d'années. Puisque nous les voyons, ce sont des étoiles très jeunes formées depuis peu. Dans la grande nébuleuse d'Orion des milliers d'étoiles sont actuellement en formation.* » (Collectif, 1985).

*« Certaines étoiles sont rassemblées en amas de milliers d'étoiles, toutes nées à peu près en même temps dans le même secteur de l'espace, comme l'amas des Pléiades, dans le Taureau.* » (Ridpath & Brunier, 1987).

C'est au sein des galaxies que se forment les étoiles. Et, tout se passe comme si les étoiles étaient "les cellules" d'un "organisme" galactique, au sein de l'endophysiotope duquel coexistent des lignées stellaires d'âges différents, de formes différentes, de fonctions différentes, formant des "tissus" jeunes ou âgés, de durées de survie différentes ... Certains étant spécialisés dans la reproduction ? « *Parfois, de nouvelles étoiles apparaissent soudain là où il n'en existait pas. Il semble que les étoiles ne naissent pas seules, mais en vastes groupes.* » (Ridpath & Brunier, 1987). C'est donc un tissu nouveau, ou un nouvel organisme, constitué d'étoiles, qui naît et qui correspond au niveau supérieur d'organisation adjacent à celui du système stellaire. Notre système stellaire (notre étoile, le soleil, avec son cortège planétaire) est une cellule stellaire membre d'un amas d'étoiles local, appartenant, avec d'autres amas, à un ensemble global, un organisme galactique, la voie lactée. Au sein des galaxies, certains amas d'étoiles contiennent des étoiles doubles et des systèmes binaires qui proviennent de **fissions** (multiplication végétative ?), et de rencontres (fusions) d'étoiles (Meylan & Verbunt, 1989). Quel que soit le type de rencontres, quel que soit le mode de formation des étoiles (Ribeau-Gésippe, 2009b), tout se passe comme si, elles n'aboutissent, au niveau du système stellaire, directement ou indirectement, qu'à 2 situations : - survivre et - se survivre.

« *Survivre c'est "manger et ne pas être mangé"* », pour acquérir d'abord **une masse critique** permettant ensuite une multiplication végétative (une **croissance en masse**, par capture de matière et d'énergie, puis une **croissance en nombre** par fission : **1 donne 1+1 semblables**) et éventuellement une reproduction sexuée (par fusion après une rencontre de cellules stellaires "sexuelles" : **1+1 autres donnent 1 autre**). **Tout se passe comme si** les galaxies contenaient des tissus différenciés spécialisés dans la multiplication végétative "par fission" (comme les méristèmes des végétaux ou les amas de cellules souches des animaux) ou la reproduction sexuée "par fusion".

### 2.b.1. Re-Production et Rétro-Gression : vie et mort des systèmes stellaires.

**L'évolution d'une étoile dépend de sa masse, de son stade de croissance, de son "écophase" !**

Les étoiles les plus chaudes, plus massives que le soleil ont une durée de survie très courte, peut-être seulement 100.000 ans (à peine plus de **10p+12 s**). Les étoiles comme le Soleil "survivent" 10 millions d'années sur la séquence principale de Hertzsprung, il est actuellement au milieu de sa vie (Menzel & al., 1989). Les étoiles plus froides, de masse plus faible que celle du Soleil, peuvent survivre **50 milliards d'années** (plus de **10p+18 s**) voire plus (Menzel & al. 1989).

« *Les bras des galaxies sont visibles parce que la forte densité qui y règne facilite la formation d'étoiles (et donc de systèmes stellaires); or les étoiles les plus lumineuses sont aussi les plus massives, et ont une durée de survie très brève (quelques millions d'années contre 10 milliards d'années pour le Soleil, aussi les zones les plus lumineuses sont-elles au voisinage des lieux de formation d'étoiles, les étoiles massives n'ayant pas le temps de s'en éloigner significativement lors de leur brève existence.* » (Menzel & al. 1989).

64 Une fois sa période connue, les astronomes peuvent calculer la distance d'une céphéide.

Ces étoiles fournissent la méthode principale de **mesure des distances galactiques** (Menzel & al., 1989).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

« Toutes les étoiles ne sont pas situées dans les galaxies, car elles sont susceptibles d'en être expulsées du fait d'interactions **intra-galactique et inter-galactiques** (par exemple lors de rencontres rapprochées entre une étoile et un astre très massif tel un trou noir super-massif situé au centre d'une galaxie). » (Menzel & al. 1989).

On observe ainsi certaines étoiles dotées d'une vitesse élevée par rapport à leur galaxie, signe qu'elle n'y sont plus liées gravitationnellement. Des représentants de ces "étoiles en fuite" sont connus, tels SDSS J090745.0+024507 et GRO J1655-40, en train de quitter la Voie lactée. La première est probablement issue d'une rencontre rapprochée avec le trou noir central de notre Galaxie, la seconde est sans doute issue d'une supernova asymétrique dont le résidu compact a été expulsé de la région où l'explosion a eu lieu.

« Les étoiles naissent, évoluent et meurent. À chaque stade de sa vie, l'étoile atteint un équilibre entre la force de gravité qui comprime la matière vers le centre et la pression de radiation dirigée vers l'extérieur et engendrée par la fusion. Cette évolution cesse lorsque toute la matière est convertie en fer, trop stable pour fusionner. la fusion cesse et avec elle la pression qui maintient l'étoile en équilibre. La gravité prend le dessus et l'étoile commence à se contracter. L'effondrement est arrêté par une force qui apparaît lorsqu'on comprime les atomes. L'objet stable résultant, de la taille de la terre, est une naine blanche. Dans les étoiles de 3 à 5 fois la masse du Soleil, la gravité devient telle lors de l'effondrement que les atomes s'effondrent à leur tour en une "soupe" de neutrons. L'objet stable résultant, d'une dizaine de kilomètres de diamètre, est une étoile à neutrons. Dans les étoiles encore plus massives, rien ne peut s'opposer à la gravité et à l'effondrement. » (Joshi, 2009).

« Lorsqu'une étoile finit par manquer d'hydrogène pour l'avoir entièrement transformé en hélium. Elle se met à enfler. La température de sa surface s'abaisse de sorte qu'elle devient rouge. À la fin de sa vie, dans quelques milliards d'années, le soleil atteindra ce stade de géante rouge et "avalera" la terre, y mettant fin à toute vie. Toutes les étoiles qui ont environ deux fois la masse du soleil ne peuvent pas survivre plus d'un milliard d'années. Ce qui représente le dixième de la durée de vie du soleil. Toutes les étoiles qui ont moins de quatre fois la masse du soleil **parcourent ce cycle d'existence**, dans des proportions différentes en fonction de leur masse. Au centre de leur enveloppe de gaz qui se répand, le noyau mis à nu de l'ancienne géante rouge, devient une naine blanche. Les étoiles qui ont plus de quatre fois la masse solaire deviennent des supergéantes rouges qui explosent lors d'une série de réactions nucléaires en chaîne dans leur noyau. Au moment de l'explosion en une supernova, elles donnent naissance à tous les éléments chimiques connus, qui sont dispersés dans l'espace. Le dense noyau stellaire laissé par l'explosion s'effondre sous l'attraction interne de sa propre gravité et devient une étoile à neutrons. Si le noyau restant a une masse supérieure à trois fois celle du soleil, il ne s'arrête pas au stade d'étoile à neutrons, il continue à rétrécir, devenant de plus en plus petit et de plus en plus dense, jusqu'à devenir un trou noir, un volume de l'espace dans lequel la gravité est si forte que rien ne peut s'en échapper, pas même la lumière. L'intérieur d'un trou noir est "une impasse" dans l'espace et le temps. » (Ridpath & Brunier, 1987).

Tout se passe comme si était récapitulé à l'envers les événements depuis le big bang :  
dans tout système vivant ... « L'ontogénèse récapitule la phylogénèse. »

### 2.b.2. Disparition et apparition, ÉMERGENCE par ARMSADA.

« Le 23 février 1987, dans le grand nuage de Magellan, une petite galaxie voisine de la nôtre et distante de 170.000 années lumière, une étoile environ quinze fois plus massive que notre Soleil arriva au terme de son existence en explosant. L'éclat intrinsèque d'une telle supernova peut atteindre pendant plusieurs semaines l'équivalent de celui de dix milliards de soleils. En l'espace de quelques secondes un flux fantastique de 50 milliards de neutrinos par centimètre carré, caractéristique de la formation d'une étoile à neutrons, a traversé la Terre. »<sup>65</sup> (Menzel & al., 1989). « La grande majorité des éléments chimiques que l'on rencontre dans l'Univers ont été synthétisés lors d'explosions de supernovae et éjectés dans l'espace. Nous sommes constitués de "cendres" provenant de la mort d'une multitude d'étoiles ... » (Menzel & al., 1989).

Tous les éléments éjectés par les étoiles au cours de leur vie, et après la mort de leur système stellaire, forment des nuages de gaz et de poussières qui sont, continuellement, en flux tendus, réutilisés, recyclés, pour la formation d'autres systèmes stellaires (Menzel & al., 1989).

### 2.b.3. Évolution..., des modules de futures ARMSADA.

« Les étoiles forment des amas ouverts dans lesquels elles sont concentrées dans un espace d'environ 30 A.-L. de diamètre. Ces amas sont jeunes. Quelques uns sont même en train de se former. Celui des Pléiades est né il y a 100 millions d'années. » (Menzel & al., 1989).

65 L'événement avait donc eu lieu 170.000 ans auparavant, bien avant l'émergence de l'espèce humaine sur Terre.

« Parfois plusieurs dizaines ou centaines d'étoiles de même origine sont groupées dans une sphère d'environ 300 A.-L. formant un amas globulaire. Les amas globulaires sont très vieux, peut-être 10 milliards d'années. » (Menzel & al., 1989).

Ces amas de cellules stellaires fonctionnent soit comme des populations de systèmes stellaires "indépendants" de la même "espèce", soit comme des assemblages, "des tissus", au sein d'un nouveau niveau d'organisation adjacent supérieur supra-stellaire, un organisme méta-stellaire.

### 3. Les systèmes méta-stellaires : les "organismes" galactiques.

« L'Univers est bâti sur une échelle beaucoup plus vaste. Toutes les étoiles visibles à l'oeil nu font partie d'une galaxie, notre "voie lactée", qui comprend près de 200 milliards d'étoiles et s'étend sur un diamètre de 150.000 années lumière et une épaisseur d'environ 1000 A.-L.. La Voie Lactée est une parmi les milliards de galaxies qui "peuplent" l'Univers. Elle contient approximativement quelques centaines de milliards d'étoiles. C'est un système aplati, circulaire, de structure spirale. **Il nous est difficile de nous rendre compte de la nature de la Voie Lactée puisque nous résidons à l'intérieur !** La plupart des amas ouverts sont situés dans le disque galactique. Les amas globulaires forment comme un halo sphérique autour du centre galactique. » (Menzel & al., 1989). Notre système stellaire n'est ni le centre de notre galaxie, ni celui de l'Univers.

Une galaxie (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Galaxie>) est un **assemblage d'étoiles, de milieu interstellaire (gaz et poussières) et de matière noire, regroupés par la force gravitationnelle**. C'est une île de matière dans l'espace, un ensemble organisé de millions ou de milliards de cellules stellaires (Menzel & al., 1989). Ces "**systèmes méta-stellaires**" de tailles variables, ont été mis en évidence à partir de 1920, principalement par l'américain Edwin Hubble, qui en a donné une description (la séquence de Hubble).

« NGC 5194, galaxie connue sous le nom du "Tourbillon" fut la première dont on détecta la structure spirale. La galaxie d'Andromède (M31 ou NGC 224), galaxie spirale semblable à notre galaxie, avec ses deux galaxies compagnes (M32 et NGC 205), est l'objet le plus lointain visible à l'oeil nu. C'est une galaxie spirale massive située à 2,2 millions d'années-lumière de la nôtre. » (Ridpath & Brunier, 1987; Menzel & al., 1989).

« Les premières galaxies se forment 100 millions d'années après les premiers atomes. » (Loeb, 2007).

#### 3.a.1. Les FLUX DE MATIÈRE ET D'ÉNERGIE.

Un quasar<sup>66</sup> (quasi-stellar radio source), objet minuscule et extrêmement brillant, est une source d'énergie électromagnétique en lumière visible et d'hyper-émission en ondes radios. De nombreux quasars, et trous noirs super-massifs, sont "blottis" au coeur des galaxies (Boisshot & Alloin, 2004). Certaines galaxies elliptiques abritent en leur centre un trou noir massif entouré d'un disque d'accrétion qui éjecte de gigantesques jets de plasma (Degrange & Sol, 2006).

Un trou noir<sup>67</sup> est un objet massif dont le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute forme de matière ou de rayonnement de s'en échapper : **son espace-temps-action (son endophysiotope) impose une contrainte unidirectionnelle d'espace** à son écoexotope (et à son endophysiotope). L'horizon d'un trou noir (horizon de Schwarzschild) représente la frontière entre ce qui est encore dans l'espace que nous connaissons (notre écoexotope) et ce qui fait partie du trou noir. La matière qui est happée par un trou noir (survivre c'est manger !) est chauffée à des températures considérables et émet de ce fait, avant d'être engloutie, une quantité importante de rayons X. Ainsi, même si l'endophysiotope d'un trou noir n'émet pas lui-même de rayonnement, il peut néanmoins être détectable par son action sur son écoexotope. Un trou noir stellaire résulte de l'effondrement d'une étoile massive sur elle-même. Cet effondrement se manifeste directement par l'apparition d'une supernova, associée à un sursaut gamma. Un trou noir super-massif est un trou noir dont la masse est d'environ un million à un milliard de masses solaires. Un trou noir intermédiaire a une masse de quelques milliers de masses solaires (entre celle des trous noirs stellaires et des trous noirs super-massifs). Un trou noir primordial est un type de trou noir hypothétique, formé non pas par effondrement gravitationnel mais par la présence de régions extrêmement denses de l'Univers primitif.

« La galaxie d'Andromède (M 31), à moins de 2 millions d'années lumière, contient 2 noyaux séparés d'environ 6 années lumières. Et, c'est le moins brillant, un trou noir d'environ cent millions de masses solaires, qui est le centre de rotation de la galaxie; l'autre est le reste d'une petite galaxie "dévorée". » (Lauer & al. 1993).

« **Survivre, c'est, manger et ne pas être mangé.** ».

66 <http://www.wikipedia.fr/Resultats.php?q=quasar>  
67 [http://fr.wikipedia.org/wiki/Trou\\_noir](http://fr.wikipedia.org/wiki/Trou_noir)

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

« Mais, tôt ou tard, il est impossible de ne pas être mangé. ».

3.a.2 Les MOUVEMENTS de l'endophysiotope et dans l'écoexotope.

« Une galaxie est un système formé de centaines de milliards d'étoiles ainsi que de matière amorphe -gaz et poussières- qui tourne autour d'un axe passant par son noyau central avec une vitesse variant en fonction de la distance au centre. » (Collectif, 1985).

Les galaxies spirales ont une forme de disque aplati possédant un bulbe central plus ou moins proéminent, et des bras spiraux s'enroulant de quelques tours autour du centre (d'où leur nom). Comme les étoiles, les bras tournent également autour du centre, mais pas à la même vitesse. Cela signifie que les étoiles passent successivement dans et hors de ces bras, qui sont en fait des "ondes" de densité : lorsque les étoiles et la matière interstellaire traversent un bras, elles ralentissent et de ce fait créent une densité plus élevée; c'est un peu comme une "vague" de ralentissement se déplaçant le long d'une route remplie de voitures en mouvement. « *Dans le cas des galaxies spirales... les courbes de rotation "plates" impliquent la présence de halos massifs autour des galaxies. S'ils sont approximativement sphériques, leur profil en densité est isotherme dans les régions les plus externes.* » (Alloin, 2004).

Ce qui implique un mécanisme de régulation.

La voie lactée (notre galaxie) appartient à un groupe local, une population, "un troupeau" d'une trentaine de galaxies, qui se déplacent conjointement en direction d'un autre amas (une autre population, un autre troupeau), d'une quarantaine de galaxies, le superamas de Shapley à la vitesse de près de 400.000 m/s (Fay, 2006). Notre galaxie possède à la fois **un mouvement interne** qui lui est propre (au sein de son endophysiotope) et **un mouvement global externe** au sein d'un amas de galaxies avec lesquelles elle partage le même écoexotope et le même comportement local, indépendamment du comportement global de l'Univers. **Elle est semi-autonome.**

« *À la distance au centre galactique à laquelle se trouve le soleil, 28.000 années lumière, la vitesse de révolution du système solaire autour de la galaxie est comprise entre 200 et 250 10<sup>p+3</sup> m/s. Le soleil et les étoiles qui lui sont proches accomplissent une révolution en 200 à 250 10<sup>p+6</sup> années.* » (Collectif, 1985).

« *Toutes les galaxies excepté celles qui sont très proches s'éloignent de nous. Nous constatons cela en étudiant leurs spectres qui apparaissent décalés vers le rouge. Ce décalage vers le rouge (redshift) résulte du mouvement d'éloignement, ce qui nous permet de calculer la vitesse de fuite d'une galaxie. Plus une galaxie est lointaine, plus sa vitesse de fuite est grande (loi de Hubble).* » (Menzel & al., 1989).

3.a.3. ORGANISATION spatiale et temporelle : l'ORGANISME GALACTIQUE.

« *Tous ces mouvements de rotation se répètent et ne sont pas réalisés sans ordre. Le cosmos est ordonné... Tout est hiérarchisé. Les mouvements se répètent l'un dans l'autre comme des pelures d'oignon. Ils sont tous liés. Aucun mouvement de l'Univers n'existe seul sans être relié à tous les autres mouvements. Une seule différence peut surgir dans cette répétition de la même forme, c'est la plus ou moins grande quantité d'énergie ou une plus ou moins grande quantité d'information.* ». <http://science-univers.qc.ca/cosmologie/fractale.htm>

« *Le même modèle se répète à des échelles différentes. Autrement dit la différence est dans les échelles de grandeur. Cela correspond à la définition d'une structure fractale.* »<sup>68</sup>

Les galaxies sont de 3 **types morphologiques** principaux : elliptiques, spirales et irrégulières.

« *Ces différences de forme sont corrélées à des différences de population stellaire et à une plus ou moins grande richesses en matière interstellaire. Leur forme n'est pas immuable. La structure des galaxies est liée aux circonstances de leur formation.* » (Boischtot & Alloin, 2004). « *Les galaxies elliptiques ont la forme d'ellipsoïdes plus ou moins aplatis, avec une répartition d'étoiles augmentant vers le centre. Les galaxies spirales ont aussi une forme aplatie, la plupart des étoiles brillantes étant concentrées dans un disque peu épais et suivant des "bras" qui dessinent des spirales à partir de la région centrale. Au centre se trouve la plus grande concentration d'étoiles, le bulbe. Les galaxies spirales se différencient par l'importance relative de leur bulbe et de leurs bras. Certaines galaxies elliptiques sont de forme lenticulaire. Dans les galaxies irrégulières, on ne peut mettre en évidence aucun axe de symétrie. Parmi les galaxies de grande taille, le type spiral domine nettement.* » (Boischtot & Alloin, 2004). Tout se passe comme si il existe des organismes galactiques de plans d'organisation différents.

L'organisation influence la croissance et réciproquement, **comme pour tout organisme vivant** (Bricage, 2002b).

Le plus souvent une galaxie a la forme d'un oeuf sur le plat : « *Le diamètre est évalué à 100.000 A.-L. Son épaisseur moindre à la périphérie est en moyenne de 6.000 A.-L. Le bulbe central a un rayon de 15.000 A.-L. et une épaisseur au centre de 10.000 A.-L.* ».

68 Les fractales possèdent la propriété "mathématique" de présenter la même structure à toutes les échelles (Field & Golubitsky, 1993).

« Tout le disque stellaire est entouré d'un ensemble sphéroïdal, de faible densité, qui constitue le halo galactique. Ce halo ellipsoïdal tourne avec la galaxie, mais deux à trois fois plus lentement. Son rayon équatorial est de l'ordre de 65.000 A.-L. On y trouve des amas globulaires de centaines de milliers d'étoiles formant des structures sphéroïdales de l'ordre de 100 A.-L. Les distances entre étoiles s'y comptent en heures-lumières. Le halo ne comporte que des étoiles vieilles. » (Collectif, 1985).

Tout se passe comme si les amas, globulaires, intra-galactiques, d'étoiles, forment comme un "tissu différencié", de millions de "cellules stellaires", au sein d'un "organisme galactique", en effet ces étoiles sont de même âge et de mêmes propriétés et il ne s'y trouve pas d'étoile jeune (Meylan & Verbunt, 1989). Les étoiles des amas globulaires denses et celles du halo galactique diffus ont le même âge. Ce qui témoigne d'une origine unitaire.

« L'amas globulaire le plus grand et le plus brillant est Oméga du Centaure. » (Ridpath & Brunier, 1987).

La galaxie d'Andromède présente en son centre un trou noir super-massif autour duquel tourne, en à peine moins de 2.000.000 m/s, un halo bleu d'étoiles (au sein d'un disque d'à peine 1 année lumière de diamètre et contenant près de 400 étoiles bleues âgées d'environ 200 millions d'années).<sup>69</sup> Ce disque d'étoiles jeunes est lui-même inscrit à l'intérieur d'un autre d'étoiles rouges et anciennes (Ribeau-Gésippe, 2005).

« Dénormes trous noirs contenant la masse de plusieurs millions d'étoiles peuvent se situer au centre des galaxies. » (Ridpath & Brunier, 1987).

#### 3.a.4. Dimensions, âge et forme : l'INTÉGRATION.

« Les galaxies sont groupées en amas dans lesquels on peut en dénombrer parfois des milliers. Les amas de galaxies sont eux-mêmes regroupés en superamas et semblent s'aligner le long de filaments ou de parois qui isolent des "vides" cosmiques. Cette organisation hiérarchique des structures dans l'Univers reflète les conditions physiques qui y régnent au moment où les galaxies se sont formées. Les galaxies les plus brillantes sont au centre. » (Boischot & Alloin, 2004).

Tout se passe comme si les "organismes galactiques" formaient des populations d'organismes de la même espèce, et ces populations regroupées entre elles forment des biocénoses au sein d'un écosystème supra-galactique.

#### 3.a.5. Dimensions, âge et forme : la CROISSANCE.

« Les galaxies spirales ont un noyau dense de vieilles étoiles, les régions externes de la spirale contenant des étoiles plus jeunes. Elles ont entre 20.000 et 100.000 années-lumière de diamètre, ou davantage, et elles comptent de 1 à 100 milliards d'étoiles. Les galaxies elliptiques géantes, qui sont rares, comprennent les plus grandes et les plus brillantes galaxies de l'Univers. Elles peuvent atteindre plusieurs centaines de milliers d'années-lumière de diamètre et contenir une masse de 1000 milliards d'étoiles. Les elliptiques naines sont les plus petites galaxies connues, mesurant à peine 5000 années-lumière de diamètre et ne contenant que quelques millions d'étoiles. Elles constituent le type de galaxies le plus abondant. » (Ridpath & Brunier, 1987).

Des systèmes stellaires y naissent et y meurent. Au cours de leur durée de vie, à l'échelle galactique, le nombre des étoiles change (croissance ou décroissance en nombre), la forme et le volume des galaxies change (croissance ou décroissance en masse ou volume). Comme tout organisme vivant, elles "parcourent" un cycle de développement avec une écophase de croissance, globale, en masse, ou/et en volume, et en nombre de cellules stellaires, qui précède l'acquisition de la capacité de reproduction (Flavigny & Nicolle, 1993).

#### 3.a.6. Les RÉACTIONS AUX STIMULATIONS.

« Nous ne pouvons pas nous promener dans notre galaxie afin de la voir sous différents angles. Cependant un télescope révèle tellement de galaxies que nous pouvons voir des exemples de chacune des classes de galaxies sous différents angles. Les formes des galaxies résultent des conditions particulières dans lesquelles elles ont été formées. » (Menzel & al., 1989).

C'est-à-dire, au niveau local, des interactions entre leur écoexotope et leur endophysiotope, et, au niveau global, des actions et des interactions entre les galaxies qui partagent le même écoexotope de survie.

#### 3.b. SE SURVIVRE.

« Dans les galaxies spirales, les étoiles les plus jeunes et la plus grande partie du gaz et de la poussière sont situées dans les bras. Les régions centrales sont relativement jaunes, avec prédominance d'étoiles vieilles, et les bras, nettement plus bleus, sont peuplés d'étoiles jeunes. » (Menzel & al., 1989).

69 Une vitesse de 2.000.000 m/s ne représente que moins de 1% de la vitesse de la lumière.  
Un âge de 200 millions d'années ne représente qu'environ 1% de l'âge de l'Univers.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Une galaxie typique comme la Voie lactée comprend quelques centaines de milliards d'étoiles et son disque a un diamètre de l'ordre de **100.000 années-lumière** (ce qui représente  $10^{p+21}$  m, puisqu'une année-lumière équivaut à environ 9.500 milliards de kilomètres soit  $10^{p+16}$  m)<sup>70</sup>. De façon remarquable, ces chiffres peuvent s'exprimer uniquement en termes de diverses constantes physiques fondamentales. Un raisonnement simple permet de relier la taille d'une galaxie au phénomène d'instabilité gravitationnelle qui voit un objet plus dense que le milieu ambiant se contracter sous certaines conditions du fait de son propre champ gravitationnel. Ceci se produit essentiellement quand un objet se refroidit brutalement, auquel cas sa pression baisse brutalement et ne peut plus contrer l'effet attractif de la gravité.

« *Les groupes d'étoiles formées au début de la vie d'une galaxie, il y a 15 milliards d'années environ, ne nous ont laissé que leurs membres les moins massifs, relativement froids et donc rouges. Les associations stellaires formées plus récemment, il y a quelques millions d'années, sont dominées par les étoiles les plus massives, chaudes et émettant une importante quantité d'énergie dans l'ultraviolet et le bleu.* » (Boisshot & Alloin, 2004). « *La plupart des galaxies ont une forme elliptique sans bras. Les galaxies elliptiques, de tailles très diverses, âgées, ne contiennent que de vieilles étoiles et n'ont plus ni gaz ni poussière.* » (Menzel & al., 1989).

Elles ont terminé leur croissance !

### 4. Les systèmes supra-galactiques.

« *La galaxie la plus proche de la nôtre est celle que nous appelons la galaxie d'Andromède ou M31. Sa lumière met 2,2 millions d'A.-L. pour nous parvenir. Quand nous l'observons, nous la voyons 2,2 millions d'années en arrière dans le temps.* » (Menzel & al., 1989).

« *Notre galaxie est entourée d'autres galaxies, de divers types et dimensions, distantes entre elles de quelques centaines de mille à millions d'années lumière. Plusieurs millions de galaxies sont répertoriées. Les plus distantes se trouvent à presque 15 milliards d'années lumière.* » (Menzel & al., 1989).

« *Toutes les galaxies sont apparemment groupées. Notre galaxie forme "un groupe local" d'une vingtaine d'entités, avec 2 autres galaxies spirales, M31 et M33, un couple de galaxies elliptiques géantes, plusieurs galaxies elliptiques naines et des galaxies irrégulières. Notre groupe local fait partie d'un grand amas de galaxies, l'amas de la Vierge (Virgo). Cet amas couvre 60 millions d'A.-L.. D'autres amas, comme celui d'Hercule atteignent environ 500 millions d'A.-L.<sup>71</sup>.* » (Menzel & al., 1989). Si on "assimile" un système stellaire à une cellule, et une planète à une monère, une galaxie est semblable à un organisme méta-cellulaire et un amas de galaxies différentes est "assimilable" à une biocénose (tableau 1).

« *M33 (ou NGC 598) est une galaxie spirale de notre groupe local située à environ 2 millions d'années-lumière, une distance similaire à celle de la galaxie d'Andromède.* » (Ridpath & Brunier, 1987). « *Les galaxies semblent se rassembler en amas de différentes dimensions. Notre galaxie est membre d'un petit amas d'environ 30 galaxies. Un grand amas qui contient plusieurs milliers de galaxies de toutes formes et toutes dimensions, l'amas de la Vierge, se trouve à environ 40 millions d'années-lumière de nous.* » (Ridpath & Brunier, 1987).

« *Si on pose sur une surface de caoutchouc souple une bille de plomb celle-ci s'enfonce dans le caoutchouc et déforme la surface tout autour d'elle, formant une dépression circulaire de moins en moins profonde à mesure qu'on s'éloigne de son centre, jusqu'à ce que, à une certaine distance, tout signe de dépression disparaisse. Dans la théorie de la relativité générale, on ne parle pas de champ gravitationnel mais de courbure l'espace-temps. Pour représenter graphiquement cette déformation, on trace autour de la sphère de petits cercles comme les courbes de niveau sur une carte topographique. Du plan à l'espace tridimensionnel, les cercles sont remplacés par des surfaces équipotentielles.* » (Collectif, 1985).

70 « *Avec sa vitesse d'environ 300.000 km/s, la lumière solaire met 5 heures et 30 minutes pour atteindre l'orbite de la planète Pluton. Pour rencontrer l'étoile la plus proche, la lumière met plus de 4 ans. La sonde Voyager 2 mettrait 100.000 ans pour parcourir cette distance.* » (Menzel & al., 1989). Si la distance linéaire (1D) entre étoiles est de 4 A.-L., ce qui représente un rayon d'au plus 2 A.-L. pour chaque système stellaire contiguë, en admettant qu'un système stellaire occupe un espace globalement sphérique, son volume (3D) serait de l'ordre de  $10^{p+50}$  m<sup>3</sup>. Ce qui pour une galaxie de 100 milliards d'étoiles représente un volume global de  $10^{p+61}$  m<sup>3</sup> (figure 3a).

71 « *Distances calculées en estimant que la constante de Hubble, le taux d'accroissement de la vitesse de l'expansion avec la distance, vaut 23.000 m/s/million d'A.-L.* » (Menzel & al., 1989). Cela paraît énorme par rapport à notre échelle dimensionnelle et temporelle arbitraire (le mètre m et la seconde s), mais comme 1 A.-L. représente  $10^{p+16}$  m, un déplacement, ou une croissance, de  $2,3 \times 10^{p+4}$  m, même pendant 1 année, soit  $3 \times 10^{p+7}$  s, ne représente qu'un déplacement de moins de 1 dix milliardième de l'espace disponible à l'échelle dimensionnelle de l'Univers. Mais à l'échelle temporelle de l'Univers, âgé de 15 milliards d'années, tout l'espace disponible peut être, ou a été, parcouru. Comme dans un organisme où tout l'espace interne à l'organisme est occupé, par l'organisme, à chaque instant.

Quelle que soit l'échelle dimensionnelle, l'espace est limité et le temps est limité

**Ensemble d'un biotope et d'une biocénose, l'Univers est une endosyncénose.**

La voie lactée, galaxie "banale" dans laquelle se trouve notre système solaire, compte, comme la plupart des galaxies, des centaines de milliards d'étoiles ( $10^{11}$ ) et a une extension de l'ordre de  $10^{15}$  Année-Lumière. Des galaxies naines ne comptent que quelques dizaines de millions d'étoiles ( $10^{7}$ ). Des galaxies géantes en comptent plusieurs dizaines de milliers de milliards ( $10^{13}$ ). Sur la base de ces chiffres et de la taille de l'**Univers** observable, on estime que celui-ci compte quelques centaines de milliards de **galaxies** ( $10^{11}$ ) de masse significative.<sup>72</sup> La population des galaxies naines est cependant très difficile à déterminer, du fait de leur masse et leur luminosité très faibles. L'Univers dans son ensemble, dont l'extension réelle est inconnue, est susceptible de compter un nombre immensément plus grand de galaxies.

**4.a. SURVIVRE.**

Le **Big Bang, phase, dense et chaude**, comparée à une explosion, était l'écophase **de l'espace-temps-action de l'Univers il y a 13,7 milliards d'années** (soit  $10^{17}$  secondes); il "marque" **le début de l'expansion de l'Univers**.

**4.a.1. CROISSANCE.**

« *L'Univers primordial que décrit le modèle standard, réside dans l'idée qu'à un instant très proche de l'instant zéro, toutes les interactions fusionnent en une seule. Et, qu'au fur et à mesure que la température décroît, une différenciation a lieu entre les interactions en même temps que se distinguent les divers familles de particules et qu'une structuration apparaît. Ce scénario de structuration spontanée conduisant à une organisation croissante semble en désaccord avec le second principe de la thermodynamique qui affirme la croissance inéluctable de l'entropie (le désordre). C'est l'existence de l'expansion qui rétablit la cohérence.* » (Rumèbe, 1991).

« *L'Univers est en expansion. Les galaxies s'éloignent les unes des autres dans toutes les directions. Si on remonte le film de cette expansion à l'envers, l'Univers était plus dense et plus chaud par le passé. C'est le scénario du Big Bang.* » (Riazuelo, 2009).

Le russe Alexandre FRIEDMANN, en 1922, et le belge Georges LEMAÎTRE, en 1927, décrivirent les grandes lignes de ce **modèle cosmologique de l'expansion de l'Univers**, avant que celle-ci ne soit mise en évidence par Edwin HUBBLE en 1929. En 1965, la découverte du fond diffus cosmologique, le "pâle écho lumineux du Big Bang" (terme inventé par Fred HOYLE), attestât de façon définitive la réalité de cette phase dense et chaude de l'Univers primordial.<sup>73</sup>

En fait, **tout se passe comme si**, de la même façon que tout organisme méta-cellulaire est issu d'une cellule unique, l'oeuf, qui occupe tout le volume initial très réduit de l'organisme, organisme qui, constitué ensuite de milliards de cellules, après une phase de croissance devient gigantesque par rapport à la cellule-oeuf, de la même façon l'Univers est initialement contenu dans un volume minuscule et, après une phase d'expansion, il devient gigantesque.

Et, **tout se passe comme si**, l'espace augmente avec le temps, l'espace créant le temps et recréant l'espace à chaque instant, comme pour une cellule... (Bricage, 2005d & e).

**4.a.2 MOBILISATION DE LA MATIÈRE ET DE L'ÉNERGIE.**

« *Dans le phénomène de l'expansion, la matière ne peut pas être dissociée de l'espace-temps. puisque l'une des conséquences de la relativité générale consiste à considérer que c'est la présence de matière qui génère la courbure de l'espace. L'Univers produit lui-même l'espace dans lequel il s'étend.* » (Rumèbe, 1991).

« *L'Univers est un repas gratuit mais c'est le dernier.* » GUTH (auteur de la théorie de l'inflation).

« *Des étoiles aux trous noirs, des trous noirs au big bang, du big bang aux étoiles... le cycle se referme.* » (Rumèbe, 1989).

« *Le milieu interstellaire est très hétérogène. Sa plus grande partie contient un gaz très dilué (quelques atomes/cm<sup>3</sup>) et très chaud (T=  $10^{15}$  K). Et, le rayonnement UV émis par les étoiles est si énergétique que seuls y subsistent des atomes ionisés au milieu d'électrons libres. Quelques centièmes du volume total sont occupés par des nuages diffus plus denses ( $10^{12}$  atomes/cm<sup>3</sup>) et moins chauds (50 à 300 K). On y trouve quelques molécules di-atomiques. Au centre des nuages diffus se trouvent des nuages moléculaires encore plus denses ( $10^{14}$  à  $10^{15}$  atomes/cm<sup>3</sup>) et plus froids (de 30 à 100 K). On y trouve plus d'une centaine d'espèces moléculaires.* » (Durupthy & al., 2002).

72 Ce qui donnerait pour un Univers de cent milliards de galaxies, si le volume de chaque galaxie était de  $10^{15}$  m<sup>3</sup>, et si toutes les galaxies étaient de même volume et contiguës, un **volume minimal de  $10^{17}$  m<sup>3</sup>**. Si on admet que notre Univers est de forme sphérique, avec un **âge de 15 milliards d'A.-L.** il occupe en fait un volume supérieur à  $10^{18}$  m<sup>3</sup>. De même que l'atome est plein de vide, l'Univers est plein de vide.

73 [http://fr.wikipedia.org/wiki/Big\\_Bang](http://fr.wikipedia.org/wiki/Big_Bang)

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

### “matière noire” & “énergie du vide”

« Seule une faible fraction de la matière est constituée des éléments chimiques qui nous sont familiers. Le reste, la matière noire, est composé de particules invisibles parce qu'elles n'interagissent pas avec la lumière... les éléments de la matière noire constituent moins de la moitié du contenu de l'Univers ! L'essentiel semble consister en une nouvelle forme d'énergie qui semble attachée au vide... Omniprésente cette “énergie du vide” n'est pas attractive mais répulsive. Cette énergie du vide est inhérente à la structure de l'espace. Même si une portion de l'espace était entièrement vide, dépourvue de matière et de rayonnement, elle contiendrait encore cette énergie. » (Ostriker & Steinhardt, 2001).

« Tous les constituants fondamentaux de la matière sont appariés<sup>74</sup> : à toute espèce de particule correspond une antiparticule de masse identique mais ayant des propriétés opposées. » (Wilczek, 1989). Sauf pour le photon : « le photon est sa propre antiparticule et il n'existe aucun moyen de distinguer un photon émis par la matière d'un photon émis par de l'antimatière. » (Wilczek, 1998). « Une des propriétés remarquables de la matière et de l'antimatière est qu'elles disparaissent par annihilation en fournissant de l'énergie sous forme de rayonnement lorsqu'elles entrent en collision. Or, aussi loin que l'on puisse observer l'Univers sur plusieurs milliards d'années-lumière on ne trouve aucune trace d'antimatière. Il semblerait que les particules d'antimatière aient disparu moins d'une seconde après le big bang... par une rupture de symétrie dans la production des paires de particules de matière et d'antimatière. » (Deloche, 2001).

« Au moins 90% de la matière de l'Univers est invisible. » (Deloche, 2001).

#### 4.a.3. ORGANISATION

« À l'époque du Big Bang, l'Univers baignait dans un rayonnement intense. Aujourd'hui, ce rayonnement primordial a été dilué et refroidi par l'expansion de l'Univers, mais cet “éclat disparu de la formation” existe toujours sous la forme d'un rayonnement très froid, nommé fond diffus cosmologique, dont la température est de -270,5° C. À grande échelle, la gravité déstabilise la distribution de la matière dans le cosmos : les régions les plus denses attirent à elles la matière environnante, et deviennent ainsi encore plus denses. L'Univers, initialement très homogène, s'est ainsi peu à peu différencié. La matière s'est rassemblée le long d'immenses filaments au sein desquels se sont formés les galaxies et amas de galaxies. À très grande échelle, cependant, l'expansion de l'espace, en diluant la matière, contrecarre l'action de la gravité. » (Riazuelo, 2009).

« La distribution de la matière dans l'Univers primordial devait porter en elle des irrégularités révélées par l'existence d'infimes variations dans la carte de température du fond diffus. Ces variations peuvent être interprétées comme d'immenses ondes acoustiques qui parcourent l'Univers et qui sont lentement déstabilisées par la gravité. » (Riazuelo, 2009).

**Tout se passe comme si** l'Univers est un **espace-temps-action**<sup>75</sup> à la fois **onde et corpuscule, matière et énergie**, avec un endophysiotope que l'on peut donc caractériser par sa structure spatiale (longueurs d'onde des répétitions spatiales observées) et sa structure temporelle (périodes, ou fréquences, des répétitions temporelles observées), et qui possède à la fois **une écophase de croissance** et **une écophase de reproduction** (et une écophase de sénescence) dont des paramètres représentatifs peuvent être identifiés et mesurés... :**figure 3**.

#### 4.a.4. INTÉGRATION

**Tout se passe comme si** il existe **un champ morphogénétique, lié à la gravité**, qui “gouverne” au sein de la biosphère cosmique, la mise en place d'organismes métastellaires, les galaxies, endophysiotopes eux-mêmes regroupés en amas de galaxies, biocénoses, au sein d'un écoexotope commun. Au niveau MÉGAscopique, l'Univers est équivalent à une monère (organisation du niveau MICROscopique), comme l'est la biosphère terrestre (organisation de niveau MACROscopique) au niveau TÉLÉscopique : **tableau 1**.

#### 4.a.5. RÉACTIONS AUX STIMULATIONS

« Le rayonnement primordial est longtemps resté prisonnier de la matière. Un milieu suffisamment dense est en effet opaque. 380.000 ans après le Big Bang, l'Univers est devenu brusquement transparent. Cette transition d'un plasma chaud et opaque à un gaz neutre transparent est nommée recombinaison. Après la phase de recombinaison, l'Univers était rempli d'un gaz neutre. Or il est aujourd'hui en majeure partie ionisé ! » (Riazuelo, 2009).

74 « C'est en 1929 que Paul DIRAC a formulé l'hypothèse de particules d'antimatière qui seraient symétriques des particules élémentaires de la matière ordinaire, comme leur image dans un miroir. » (Deloche, 2001).

75 Ce champ quantique en évolution dynamique, associé à l'énergie du vide, est la quintessence (Ostriker & Steinhardt, 2001).

**Tout se passe-t-il comme si** l'Univers était capable de mettre en place et de maintenir une différence de potentiel de repos (ou/et de générer une différence de potentiel d'action) entre son endophysiotope et son écoexotope, comme toute cellule vivante ? Dans le cas de la cellule, la perte de cette différence de potentiel est le signe de sa mort, sa modification est le signe d'un processus de réponse à une stimulation, comme au moment de la fécondation-activation de l'ovule, ou comme aux extrémités d'un neurone, en arrivée ou en sortie, lors des processus de transmission d'informations.

« Nous ne pouvons pas nous extraire de l'Univers pour l'observer. » Mais, « le “rayonnement de fond cosmologique”, pressenti par Georges Gamow, qui maintient la température de l'Univers à -270,45°C » (soit 2,7 K) indique un mécanisme de régulation de la température de son endophysiotope.

#### 4.a.6. MOUVEMENT.

Au moins 100 milliards de galaxies sont “observables” sur la surface du ciel. Ces galaxies, modules constitutifs de l'Univers, en structurent l'espace et le temps. Entraînées par l'expansion de l'Univers, elles s'éloignent les une des autres à une vitesse d'autant plus grande qu'elles sont plus éloignées (Rocca-Volmerange & Guiderdoni, 1990).

« Les observations de Hubble, qui montrent que les galaxies les plus distantes s'éloignent de nous plus rapidement que les galaxies les plus proches, peuvent s'expliquer si l'Univers est en expansion de la même façon qu'un pouding géant aux raisins va croître lors de la cuisson. » (Menzel & al., 1989).

#### 4.b. SURVIVRE et SE SURVIVRE : durée de survie et temps de génération ?

On suppose aujourd'hui que l'Univers est contenu dans une sphère d'une quinzaine de milliards d'années-lumière de rayon (soit un peu plus de 10<sup>26</sup> m). « En remontant dans le temps (en inversant l'expansion), l'Univers a dû être toujours plus condensé, jusqu'à posséder une densité excessivement élevée....,

il y a 15 milliards d'années, une grande explosion, le big bang, a fait démarrer l'expansion.

À ses débuts, l'Univers a eu un taux d'expansion très rapide, avant de se fixer au rythme actuel.

D'après les modèles du taux d'expansion, l'Univers peut survivre environ trois fois son âge actuel. Le modèle le mieux adapté aux observations indique que l'Univers serait encore actuellement en expansion mais avec un taux en décroissance. » (Menzel & al., 1989). L'Univers n'aurait pas encore atteint sa taille (et son âge) adulte, n'ayant pas terminé sa croissance, il n'a pas encore acquis sa capacité de reproduction. Son temps de génération est supérieur à 15 milliards d'années. A ce “rythme”, sa durée de survie serait de l'ordre de 50 milliards d'années.

Mais « rien n'exclut que notre Univers puisse être né d'un autre Univers pré-existant. » (Bojowald, 2009).

Les chimistes arrivent à reproduire *in vitro* des mécanismes qui se déroulent dans le milieu interstellaire où naissent des dizaines de molécules organiques (Brack & Leclercq, 2003).

La vie est-elle universelle ? Quelles sont alors ses lois d'invariance ?

Les notions d'espace et de temps “illustrent” la “face réductionniste” de la physique dans sa quête des structures fondamentales (Paty, 2003). Mais, le “vivant” est d'abord action : survivre et se survivre !

L'approche “systémique” (Donnadieu & Karsky, 2002) permet-elle d'aller au-delà de la physique ?

On peut maintenant remonter dans le temps passé de l'Univers, avec l'astronomie en orbite et les accélérateurs de particules. Dans cette chronologie à rebours<sup>76</sup> on peut retrouver les conditions et les durées de survie et de reproduction des éléments autrefois libres qui sont maintenant indissociablement combinés.

L'Univers est fractal pour la raison que, comme tout système vivant, il met en application un principe d'économie de moyens, de parcimonie, de moindre action. L'Univers ne multiplie pas les lois, “il se ménage... il est paresseux !”.

« Tandis que la gravitation attire les uns vers les autres les éléments chimiques... formant ainsi des étoiles et des galaxies, l'énergie du vide, répulsive, se disperse dans l'Univers sous la forme d'une “brume”. » (Ostriker & Steinhardt, 2001). Deux lois antagonistes sont suffisantes pour décrire l'évolution de l'Univers :

- la RÉSISTANCE UNIVERSELLE (constante cosmique R), la cause, et
- l'ATTIRANCE UNIVERSELLE (constante cosmique G), l'effet.

Ces deux lois indissociables, la cause produit un effet qui devient cause à son tour et produit en retour un effet qui est la cause initiale (loi systémique constructale), s'appliquant à RÉPÉTITION, par juxtapositions et emboîtements, produisent un Univers FRACTAL : figure 2. Cet équilibre de confinement de notre Univers s'étend sur plus de 60 ordres de grandeur dans le temps et plus de 180 ordres de grandeur dans l'espace 3D (Ostriker & Steinhardt, 2001) : figure 3.

<sup>76</sup> Chronologie à rebours du Big Bang (figure 3) : l'Univers aujourd'hui (+ 13,7 milliards d'années), la recombinaison (+ 380.000 ans), la nucléosynthèse primordiale (+ 3 minutes), l'annihilation électrons-positrons, le découplage des neutrinos, la baryogénèse, l'ère de grande unification, l'inflation cosmique, l'ère de Planck, la cosmologie quantique. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Big\\_Bang](http://fr.wikipedia.org/wiki/Big_Bang)

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Ce champ possède les **7 caractéristiques fonctionnelles du vivant** (figure 1), il est la conséquence de la mise en place d'une ARMSADA (figure 2, tableau 1) et il obéit à une loi ontogénique quantitative simple (figure 3).

### B. Niveaux nanoscopiques et picoscopiques (en "descendant" l'échelle).

L'ergodicité (Bricage, 2001b), c'est-à-dire la quantification des structures fonctionnelles et leur juxtaposition et emboîtements fractals, se retrouve à tous les niveaux d'organisation (tableau 1).

« 10<sup>-4</sup> seconde après le big bang, les protons se forment. »

« 380.000 ans après les atomes neutres se forment. » (Loeb, 2007).

« Les atomes qui constituent le support matériel de toute chose, y compris de nous-mêmes, sont le fruit du labeur de générations et de générations d'étoiles. Les atomes de la vie, tels le carbone, l'azote, l'oxygène, le calcium et le fer, sont le produit de fusions thermonucléaires successives dans les creusets stellaires... Aujourd'hui, dans la Galaxie, qui a vu naître plusieurs générations d'étoiles, 2% de la matière originelle a été transformée en éléments plus complexes. Mais ce maigre pourcentage a permis l'éclosion locale de la vie et de la conscience. » (Vangioni-Flam & al., 2001).

#### 1. Les systèmes supra-(macro)moléculaires : organites et "organisomes".

Les organites de la cellule, comme les peroxysomes ou les mitochondries et les chloroplastes, sont des **compartiments délimités par une interface de confinement**. La présence de cette limite membranaire, respectivement simple ou double, est "une relique" de l'origine de ces organites, autrefois libres à l'état de monères (**niveau d'organisation adjacent inférieur** à celui de la cellule), avant l'émergence de la cellule (Bricage, 2005c) : tableau 1.

Les ribosomes, les protéasomes, le nucléole d'une cellule sont des complexes macromoléculaires non délimités par une membrane de confinement, des "organisomes", car ils sont les "reliques" d'un niveau d'organisation adjacent inférieur à celui des monères : tableau 1. Les ribosomes contiennent encore les molécules potentiellement nécessaires à l'auto-reproduction de leurs ancêtres libres disparus : des protéines et de l'ARN. Les ribosomes possèdent encore les propriétés caractéristiques de tout système vivant, sauf l'auto-reproduction qu'ils ont perdu avec l'émergence du nouveau niveau d'organisation des monères **dont ils sont partie intégrante** (Bricage, 2005a, c & d).

#### 2. Les molécules et macromolécules.

« Le long de la voie lactée, dans des nébuleuses obscures, dont la température est très basse (- 200 °C), on trouve de nombreuses molécules, comme le carbone moléculaire ( $C_2$ ), le cyanogène (CN), l'hydrure de carbone (CH), l'oxyde de carbone (CO), l'hydroxyle (OH), l'ammoniac ( $NH_3$ ), le formaldéhyde ( $H_2CO$ ) ou l'alcool méthylique ( $CH_3OH$ ). » (Collectif, 1985).

Comme les atomes (**niveau inférieur adjacent**), "autrefois libres", dont elle est formée, toute molécule est à la fois matière et énergie, à la fois domaine de liaison (entre ces atomes) et domaine d'individualisation d'une entité nouvelle (le niveau moléculaire). Toute molécule, comme toute cellule, est une entité émergente née à partir d'éléments **pré-existants** (les atomes dans le cas de la molécule, ou les monères dans le cas de la cellule) ayant perdu leur autonomie, mais "gagné" en stabilité dimensionnelle et temporelle.

##### 2.a.1. ORGANISATION : l'espace-temps-action moléculaire.

**Toute molécule, comme toute cellule, est à la fois plus et moins que la somme de ses parties.**

« Les électrons tournant autour du noyau d'un atome constituent un nuage électronique. Les liaisons chimiques, ces lieux où se soudent les atomes » "dévoilent" les interactions entre ces électrons (niveau j-2) et entre les atomes (niveau j-1) au sein des molécules (niveau j). Ainsi, « *Le benzène est une molécule cyclique à 6 atomes de carbone dont les noyaux forment un hexagone. Chacun est lié à un atome d'hydrogène et ils sont reliés entre eux par 9 paires d'électrons au sein d'un seul domaine liant.* » (Garrigues, 1997). « *On obtient du phénol en remplaçant un atome d'hydrogène par une fonction alcool qui possède 2 paires libres d'électrons. Cette substitution scinde le domaine liant des atomes de carbone en 3 parties.* » (Garrigues, 1997).

C'est la semi-autonomie des électrons au sein de l'atome et la semi-autonomie des atomes au sein de la molécule qui sont responsables de la structure de ces domaines de liaison et donc de l'organisation spatiale et temporelle de la molécule et de ses propriétés d'action.

L'échelle dimensionnelle d'une liaison chimique (la distance d'accrochage) est le nanomètre (10<sup>-9</sup>m).

L'échelle temporelle (la durée d'une réaction d'accrochage ou de décrochage) est la picoseconde (10<sup>-12</sup>s).

« En moins d'une picoseconde (un millionième de millionième de seconde), des atomes se heurtent, interagissent et forment des molécules... des liaisons interatomiques se rompent et d'autres se forment. Lors de la réaction de deux molécules, la durée de vie des états de transition est généralement inférieure à une picoseconde. » (Zewail, 1991).

Pour une protéine c'est la séquence des acides aminés qui détermine les propriétés structurales et fonctionnelles (l'endophysiotope), et la durée de survie, compte tenu du contexte d'action (l'écoexotope), de la macromolécule. La couleur du sang est due à la présence d'hémoglobine. La molécule d'hémoglobine doit sa couleur rouge à la présence d'un atome de fer porté par la partie non-protéique de la molécule, l'hème. Mais, d'autres hémoglobines qui portent un atome de cuivre, à la place de celui de fer, ont une couleur verte.<sup>77</sup> De même, la couleur, plus ou moins verte-bleu, des chlorophylles est due à la présence d'un atome de magnésium porté par une partie héminique semblable à celle des hémoglobines, la molécule elle-même étant de nature lipidique. Le niveau moléculaire est le niveau d'émergence des couleurs des organismes vivants bactériens, cellulaires et méta-cellulaires.

#### 2.a.2. MOBILISATION (FLUX) de MATIÈRE ET D'ÉNERGIE.

Comme pour l'atome, « *Les transitions d'énergie d'une molécule n'ont lieu que, de façon discontinue, entre deux niveaux d'énergie; si l'énergie n'est pas exactement égale à la différence d'énergie entre deux niveaux, la transition ne peut avoir lieu.* » (Levy, 1984).

#### 2.a.3. REACTIONS AUX STIMULATIONS.

« *L'atome de sodium cède un électron à l'atome d'iode quand il se trouve à une distance de 0,7 nanomètre. À la suite d'une impulsion laser, envoyée afin d'exciter une molécule d'iodure de sodium, lorsque la distance entre les deux atomes atteint 0,25 nanomètre, la molécule se dissocie.* » (Zewail, 1991).

« *À la suite d'un stimulus lumineux un cristal, minéral ou organique, peut être le siège d'un phénomène de fluorescence ou de phosphorescence. La fluorescence cesse dès que l'on supprime l'excitation. La phosphorescence se poursuit après. La thermoluminescence est un autre phénomène qui apparaît à la suite d'une augmentation importante de la température et se poursuit après cessation de l'excitation.* » (Roucan, 1975).

Tout se passe comme si un cristal minéral est en fait une population ordonnée d'atomes. « *Menés avec rudoiement, les cristaux sont susceptibles de se briser et l'on peut observer une cassure nette suivant un plan, dit de clivage. Le clivage n'est pas quelconque, il est parallèle à certaines directions toujours identiques pour une même espèce minérale.* » (Roucan, 1975).

#### 2.a.4. MOUVEMENTS.

« *Les lois de la mécanique classique permettent d'estimer la durée de vie des états de transition : en fin de réaction, les molécules ou les atomes ont des vitesses de l'ordre de 1000 mètres par seconde. Le suédois Svante ARRHENIUS en étudiant la dynamique macroscopique des réactions chimiques découvrit que la vitesse d'une réaction varie de façon exponentielle avec la température : une augmentation de dix degrés correspond à un doublement de la vitesse.* » (Zewail, 1991).

#### 2.a.5. CROISSANCE et LIMITES.

##### Le vivant implique l'auto-croissance dans certaines limites.

Dans le cas des sels minéraux, la croissance n'est pas le fait de l'activité du sel (de son espace-temps-action interne : son endophysiotope), mais du changement des conditions de l'écoexotope. « *Le chlorure de sodium reste en solution tant que le milieu n'est pas trop concentré. Mais si l'eau vient à s'évaporer sans être renouvelée, le sel précipite.* » (Guichard, 2005).

« *Lorsque les minéraux peuvent croître sans entraves dans un milieu clos, ils sont limités par des surfaces planes appelées faces cristallines disposées invariablement et faisant des angles constants entre elles pour une espèce cristalline.* » (Roucan, 1975).

Cette croissance peut être à l'origine de la mise en place d'une forme (Roucan, 1975).

#### 2.a.6. REPRODUCTION.

##### Le vivant implique l'auto-reproduction dans certaines limites.

Si les protéines, isolées du vivant, sont incapables d'auto-reproduction, elles sont indispensables à celle des acides nucléiques; *in vivo* et *in vitro*, ensemble, ADN ou ARN et protéines sont capables de se reproduire.

<sup>77</sup> Car l'atome de fer ou de cuivre est le site de fixation (réversible) de l'oxygène. Et, le fer oxydé est rouge, c'est la rouille ! Le cuivre oxydé lui est vert, c'est le vert de gris ! Les cytochromes des mitochondries contiennent un hème avec un atome de fer, ils sont aussi de couleur rouge.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Au stade actuel de l'évolution du vivant terrestre, les acides nucléiques et les protéines, indissolublement liés, forment une **ARMSADA**, au sein de laquelle ils se répartissent les tâches nécessaires à leurs auto-reproductions conjointes. Leurs lointains ancêtres, autrefois à l'état libre, avaient probablement cette capacité "seuls" ... Les protéases, qui détruisent les protéines, comme toute enzyme, peuvent "fonctionner" en sens inverse, et en fabriquer ! Ce sont alors des protéo-synthases (ou -synthétases). De la même façon, les ATP-ases, qui interviennent dans le contrôle des flux de matière (ions H<sup>+</sup>) et d'énergie (ATP), sont aussi des ATP-synthases (ou -synthétases) selon les conditions physico-chimiques de leur **écoexotope**, conditions qui "imposent" la structure fonctionnelle de leur **endophysiotope**, donc le "sens de fonctionnement" de la réaction qu'elles "dirigent" ... Certains ARNs, les ribozymes, sont toujours capables d'auto-reproduction car ils possèdent une activité enzymatique comme les protéines ARN-polymérasées (Tortora & al., 2004).

Les protéines et les acides nucléiques d'un virus ne sont **pas plus** vivants que ceux isolés d'une cellule. Mais ils le sont **autant** ! : au sein d'un hôte approprié, une bactérie ou une cellule, dans un écoexotope convenable, ils sont capables de se reproduire, et, au cours de leur cycle de développement, ils expriment, à un moment ou à un autre, tôt ou tard, les 7 capacités caractéristiques du vivant "vivant" (Bricage, 2002b, 2005a & d, 2008b & c).

Dans le cas du sel, ce n'est pas le sel qui est vivant mais la biosphère terrestre qui le forme, et le reforme, le recycle, sans cesse. « *L'océan contient en moyenne entre 33 et 37 grammes de sels par kilogramme d'eau de mer. Cela représente 48 millions de milliards de tonnes de sels, soit 3% du poids de l'eau des océans. La mer fut salée dès sa création. Il y a environ 4,3 milliards d'années, la Terre a connu un intense volcanisme libérant de la vapeur d'eau et du chlore et du gaz carbonique. Cent millions d'années plus tard, la Terre s'est refroidie. La température s'abaisse, la vapeur d'eau s'est condensée, retombant en pluies chargées en gaz carbonique, donc très acides. Cette acidité a provoqué une érosion intense des roches de la croûte terrestre, dissolvant de grandes quantités de sels. Les études de la composition chimique des dépôts très anciens, les roches évaporitiques, ont montré qu'ils ont gardé la même composition au fil du temps, il devait en être de même de l'eau océanique. La salinité de l'océan n'a pas changé en raison de l'activité volcanique et de celle des sources hydrothermales sous-marines. Au niveau des dorsales médio-océaniques, des panaches d'eau surchauffée, les fumeurs, crachent de l'eau qui arrache aux roches sous-jacentes des quantités de sels minéraux. Parmi ces éléments mis en solution, certains peuvent être concentrés et accumulés par des organismes vivants.* » (Guichard, 2005).

### 2.a.7. INTÉGRATION.

Tout cristal, que ce soit un cristal de chlorure de sodium (NaCl, le sel de mer) ou un cristal d'une protéine purifiée (comme l'hémoglobine), est « *un assemblage ordonné d'atomes régulièrement répartis dans l'espace à l'état solide.* », et, « *Tous les atomes identiques y sont parfaitement rangés avec un minimum d'espace entre eux, dans toutes les directions.* » <http://www.crystmol.com/crystalstructures.html>

Un "cristal protéique viral" est en apparence inerte, mais **il contient du vivant confiné** : au moins une molécule d'acide nucléique, capable d'auto-reproduction **si elle intègre un niveau d'organisation supérieur adjacent**, bactérien ou cellulaire (figure 1b).

Un cristal n'est-il pas vivant, si au sein du cristal, **au niveau sous-jacent**, atomique, **il y a du vivant confiné** ?

### 3. Les atomes.

« *En comprimant très fortement la glace, on peut supprimer son caractère moléculaire. Aux environs de 620.000 atmosphères, la glace fait place à un solide dans lequel les atomes d'hydrogène se partagent entre les atomes d'oxygène, la notion de molécule disparaît.* » (Pruzan, 1994).

Les atomes viennent des étoiles. Les atomes s'enchaînent en molécules dans les nuages interstellaires où se forment de nouvelles étoiles (Cassé, 1995). Et les rayons cosmiques, noyaux d'atomes et électrons, sillonnent, à une vitesse proche de celle de la lumière, la matière noire des galaxies dont font partie les étoiles.

« *La mécanique quantique s'est construite pour rendre compte de faits expérimentaux tels que la dualité onde-corpuscule, sans les avoir prédits, sans les comprendre et sans que la nécessité des axiomes mathématiques soit d'aucune manière établie.* » (Nottale, 1995).

### 3.a.1. MOBILISATION DE LA MATIÈRE ET DE L'ÉNERGIE.

« *En 1896, Henry Becquerel découvre la radioactivité. Très vite, physiciens et chimistes réalisent qu'il existe trois composantes dans le rayonnement des corps radioactifs : alpha (émission d'un atome d'hélium chargé deux fois positivement, un noyau d'hélium 4), bêta (émission d'électron) et gamma (émission d'un rayonnement électromagnétique).* » (Fadel, 1999).

« Dans les processus radioactifs, la masse totale des noyaux finaux est inférieure à celle des noyaux initiaux, le défaut de masse étant converti en énergie, conformément à la relation qui traduit l'équivalence masse-énergie démontrée par Einstein. » (Fadel, 1999).

Les applications de la fission (Michaudon, 1982) des noyaux lourds sont bien connues : les centrales nucléaires sont des sources d'énergie et les bombes A mirent fin à la seconde guerre mondiale !

« Lorsqu'un noyau d'uranium ou de plutonium « bombardé » par un neutron, fissionne, il se scinde en deux noyaux plus petits en libérant une grande quantité de chaleur. Les deux petits noyaux, produits de fission, sont radioactifs, et se désintègrent peu à peu, en émettant un électron et un antineutrino, pour finalement devenir stables. 1000 milliards de milliards de neutrinos sortent d'un réacteur nucléaire à chaque seconde ! » (Bonneau, 2004).

« La surface d'énergie d'un noyau (niveau d'énergie, fonction de la répartition du nombre de nucléons et des distances entre eux) indique comment il peut évoluer spontanément en fragments de fission. Un noyau d'étain 112 (50 protons et 62 neutrons) éjecte surtout des noyaux de chrome (à 24 protons). » (Greiner & Sandulescu, 1990).

Lorsque des noyaux d'atomes de xénon frappent une cible de noyaux d'atomes d'étain, les deux types de noyaux fusionnent **en un seul système** nucléaire chaud, dont l'énergie dépend des conditions du choc. Puis, il se produit soit une évaporation, où les deux noyaux sont peu modifiés et laissent échapper des protons, soit une multi-fragmentation, où diverses particules et des fragments lourds sont émis, soit une vaporisation libérant un gaz de particules.

### 3.a.2. INTÉGRATION et ÉMERGENCE.

« Tant que des atomes restent éloignés, leur énergie potentielle est constante, mais lorsque les atomes (ou les molécules) se rapprochent, l'énergie potentielle du système diminue du fait des forces d'attraction (les mouvements des électrons autour des noyaux créent une répartition asymétrique des charges électriques. Cette énergie potentielle atteint une valeur minimale (au fond d'un puits de potentiel) lorsque la distance entre deux atomes correspond à l'état d'équilibre. L'énergie potentielle d'un agrégat est **quantifiée**, elle ne peut prendre que certains niveaux d'énergie (qui sont comme des barreaux d'échelle irrégulièrement espacés dans le puits de potentiel). » (Berry, 1990).

### 3.a.3. ORGANISATION.

« Le noyau de l'atome d'hydrogène, de nombre atomique 1, est formé de 1 proton. Celui de l'hydrogène lourd, ou deutérium, comporte 1 proton et 1 neutron. Celui de l'atome d'hélium, ou particule alpha, comporte 2 protons et 2 neutrons. **Lors de la réunion** des protons et des neutrons pour former un noyau d'hélium, une partie de la masse des protons et neutrons disparaît. Et, c'est vrai lors de la formation de tous les noyaux atomiques : la masse totale d'un noyau est **inférieure à la somme** des masses des particules qui le composent. La perte de masse croît jusqu'à l'atome de fer. Cette minuscule fraction de masse, perdue lorsque protons et neutrons se sont réunis pour former un noyau, a été transformée en énergie,  $E = mc^2$ . La masse perdue et donc l'énergie libérée, **l'énergie de liaison**, des particules est maximale dans le cas du fer. » (Collectif, 1985).

À la fois "SURMESURE" et "SUR MESURE" (Bricage, 2005a), le TOUT, le noyau, est MOINS que la somme de ses parties, pour la masse et l'énergie. Mais, il est PLUS que la somme de ses parties pour les propriétés nouvelles, émergentes, de réactivité chimique, qu'il possède en tant que **nouveau niveau d'organisation**.

Le noyau d'un atome a un rayon de l'ordre de **10p-15 m** alors que son cortège électronique s'étend sur un rayon de **10p-10 m**. Au sein du noyau, les neutrons n'y sont probablement **pas répartis au hasard**.

### 3.a.4. RÉACTIONS AUX STIMULATIONS.

« Le gallium 71 est transmuté en germanium 71 lors de l'absorption d'un neutrino. C'est même la réaction utilisée pour la détection des neutrinos. » (Fadel, 1999).

« À basse température (à température ambiante, « pour nous »), protons et neutrons interagissent au sein des noyaux atomiques (« comme les molécules dans un liquide ordinaire »). À très haute température (dans les étoiles), selon la densité ou la température, **tout se passe comme si** la matière nucléaire était comme dans un état liquide ou gazeux. Lors d'une collision entre un faisceau d'ions (atomes privés d'une partie de leurs électrons) et des noyaux au repos, la température peut atteindre des milliards de degrés Celsius. Après la collision le noyau "échauffé" subit une compression, puis vient une phase de refroidissement et d'expansion au cours de laquelle il "s'évapore" partiellement en émettant des particules légères. » (Collectif, 1999b).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

« Certains noyaux “radioactifs” se structurent spontanément en éjectant de gros agrégats de protons et de neutrons. Dans le noyau d'uranium 232 (formé de 92 protons et 140 neutrons), la couche externe de neutrons pourrait contenir 58 neutrons, elle n'en contient que 14, la couche externe de protons contient 10 protons alors qu'elle pourrait en regrouper 44. Le noyau d'uranium 232 est instable, il se déforme spontanément et fissionne en 2 noyaux stables de plomb 208 (82 protons et 126 neutrons) et de néon 24 (10 protons et 14 neutrons). »

« Lors de la fission ordinaire (chaude), l'énergie de fission confère aux noyaux émis des états (de surplus) d'énergie élevée. Lors de la fission spontanée (froide), l'énergie d'excitation des noyaux composés formés (uranium 234, 236, plutonium 240) est (juste) égale à la hauteur de leur **barrière de fission**. » (Greiner & Sandulescu, 1990).

On peut considérer la radioactivité comme un “effet”, une réponse endogène (de leur endophysiotope) à une stimulation exogène (de leur écoexotope), la cause. Pour un même élément, l'iode par exemple, le type de réponse et son temps de latence dépendent de l'état induit par la stimulation : l'iode 123 se désintègre par radioactivité bêta plus avec une demi-vie de 13,3 heures, l'iode 131 se désintègre par radioactivité bêta moins avec une demi-vie de 8,02 jours.

### 3.b. SE SURVIVRE, la REPRODUCTION au niveau des ATOMES :

#### MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE (CROISSANCE EN NOMBRE) & REPRODUCTION SEXUÉE.

Lors d'une réaction nucléaire, au cours d'une collision entre atomes, à la température de plusieurs dizaines de milliards de degrés Celsius, les protons et les neutrons constituant un noyau atomique donné peuvent se réarranger et constituer de nouveaux noyaux.

**Tout se passe comme si**, les atomes peuvent « éclater » (**fission**) et se différencier en nouveaux atomes ou s'unir (**fusion**), au moins momentanément, pour donner de nouvelles « espèces » atomiques. Alors, **au cours d'un “cycle de développement” au niveau atomique, 2 deviennent 1 (fusion) ou plusieurs autres (fission), et, fusion et fission alternent, comme “alternent”, au cours d'un cycle de développement au niveau cellulaire, fécondation et méiose !**

« Dans le cycle de Bethe, cycle de réactions dans lequel des noyaux de carbone, d'azote et d'oxygène participent à la production d'hélium 4 tout en étant régénérés, **tout se passe comme si quatre protons engendrent un noyau d'hélium 4, deux positons, deux photons gamma et deux neutrinos.** » (Fadel, 1999). « L'hélium 4 et l'hélium 3 peuvent fusionner ensemble pour “engendrer” un noyau de beryllium 7 tout en libérant un photon gamma. Le beryllium en capturant un électron se transforme en lithium avec émission d'un neutrino. Le noyau de lithium 7 fusionne ensuite avec un proton pour donner deux noyaux d'hélium 4. Le beryllium en fusionnant avec un proton donne un noyau de bore 8. Par désintégration le bore 8 se retrouve en beryllium qui se scinde en deux noyaux d'hélium 4. » (Fadel, 1999).

#### 3.b.1. la FISSION nucléaire.

« Le noyau d'uranium (de numéro atomique 92, dans le **tableau de la classification périodique de Mendeleiev**), à la suite de la capture d'un neutron, se désintègre, dans un premier temps, en deux noyaux, un de baryum (numéro atomique 56) et un de krypton (numéro atomique 36). Puis, par une série d'émissions d'électrons (radioactivité bêta), d'une part, le baryum (Ba 56) donne le lanthanum (La 57), puis le cérium (Ce 58), puis le praseodymium (Pr 59), d'autre part, le krypton (Kr 36) donne le rubidium (Rb 37), puis le strontium (Sr 38) et l'yttrium (Y 39). » (Greiner & Sandulescu, 1990).

« La surface d'énergie d'un noyau (niveau d'énergie, fonction de la répartition du nombre de nucléons et des distances entre eux) indique comment il peut évoluer spontanément en deux proto-noyaux précurseurs de ses fragments de fission. La désintégration respecte la **règle de l'équilibre d'énergie minimale** et les vallées de la surface d'énergie indiquent les **chemins de fission les plus probables**. Le nobélium 252 se désintègre ainsi soit en gadolinium 158 et en strontium 94, soit en osmium 192 et en fer 60, soit en radon 240 et en soufre 38. » (Greiner & Sandulescu, 1990).

La désintégration (fission après fusion) permet une “recombinaison génétique” des populations de particules constitutives des atomes parentaux au sein de la génération d'atomes fils.

« La fission ordinaire, chaude, du noyau de fermium 264 produit deux fragments ellipsoïdaux différents, mais la fission froide produit deux noyaux sphériques d'étain 132. La structure en couches de l'étain est particulièrement stable. On peut considérer, dans certaines situations, que le fermium 264 est “une espèce de molécule nucléaire” composée de deux noyaux d'étain. » (Greiner & Sandulescu, 1990).

La **durée de survie** d'un élément radioactif astronomique varie de 3,9 heures pour le couple scandium/calcium (noyau père/noyau fils) à 1,1 millions d'années pour le couple aluminium/magnésium (tableau 1 *In* Vangioni-Flam, 2001).

Aujourd'hui, sauf dans des conditions proches de celles du big bang, aucun noyau n'est isolé, hors d'un atome.<sup>78</sup>  
Aujourd'hui, sauf, dans les conditions des étoiles à neutrons, aucun neutron n'est isolé, hors d'un noyau.

### 3.b.2. la FUSION nucléaire.

« Les noyaux atomiques sont nés de la fusion thermonucléaire... deux ou trois noyaux, qui se rencontrent à vitesse suffisante pour surmonter leur répulsion électrique, fusionnent en un ou plusieurs noyaux plus lourds. » (Vangioni-Flam & al., 2001).

« Dans la fournaise nucléaire qui se trouve au centre du soleil, des atomes d'hydrogène se fracassent pour former des atomes d'hélium, c'est la fusion. » (Ridpath & Brunier, 1987). « L'énergie du soleil provient des réactions thermonucléaires de fusion qui convertissent l'hydrogène en hélium. » (Fadel, 1999).

« Le cycle de l'hydrogène et le cycle du carbone transforment de l'hydrogène en hélium par fusion thermonucléaire. Le cycle de l'hydrogène, dans les étoiles, aboutit à la fusion indirecte de 4 protons en un noyau d'hélium. Cette réaction est très improbable. Mais il y a tant d'hydrogène au centre des étoiles<sup>79</sup>, que le nombre de protons qui, à chaque seconde, fusionnent est considérable. Dans le cas du cycle du carbone, ou cycle CNO (carbone, azote, oxygène) ou cycle de Bethe, tout se passe comme si le C jouait le rôle d'un catalyseur, intermédiaire favorisant la réaction. » (Collectif, 1985).

### 3.b.3. Durée de vie et TEMPS DE GÉNÉRATION : SURVIVRE pour SE SURVIVRE.

L'interaction entre mêmes atomes stabilise leur état et augmente leur durée de survie.

« Les électrons d'un atome se placent sur des niveaux d'énergie bien déterminés, et à chacun de ces niveaux correspond une certaine répartition spatiale de la probabilité de présence des électrons. Cette distribution électronique est appelée nuage électronique ou nuage de probabilité. Plus l'énergie est élevée, plus les nuages électroniques s'étirent. Pour certains atomes excités, la durée de survie de ces "niveaux étirés" est très courte, de l'ordre de 10<sup>-12</sup> s. Dans le cas de l'atome de phosphore, la durée de survie de ces niveaux pouvait être fortement augmentée à condition que l'atome ne soit pas isolé mais situé à proximité d'autres atomes dans le même état. L'interaction entre les nuages électroniques a tendance à les stabiliser. » (Turjon, 1994).

Si, quel que soit le niveau d'organisation, « L'ontogénèse "récapitule" la phylogénèse. », alors la radioactivité "artificielle" n'est-elle pas "révélatrice" d'un phénomène de rétrogression vers un état libre adjacent antérieur, d'avant la stabilité atomique, caractérisable par sa durée de vie<sup>80</sup> ? « Neutrons et électrons positifs de transmutation sont bien émis ensemble dans une même réaction nucléaire, ils apparaissent tous deux à partir d'un même seuil d'énergie. » (Radvanyi & Bordry, 1984). Tout se passe comme si les entités du niveau d'organisation adjacent antérieur reprenaient leur liberté "comme un prophage hébergé reprend sa liberté lors de la lyse de sa bactérie hébergeante" (Bricage, 2003, 2008c & e).

Ce qui importe ce n'est pas que « leur nombre décroît exponentiellement en fonction du temps. », mais que leur durée de survie est limitée : « quatorze minutes de période pour l'azote 13 formé dans le bore et deux minutes trente secondes de période pour un radioélément formé dans le magnésium. » (Radvanyi & Bordry, 1984).

### 3.c. Apparition et ÉMERGENCE par formation d'une ARMSADA.

À la fois "ni l'un, ni l'autre" ET à la fois "l'un et l'autre" :

LE Tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties.

« En 1913, Niels Bohr propose un modèle quantique de l'atome d'hydrogène. Le modèle de Bohr est à la croisée des physiques classique et quantique. D'un côté les atomes sont considérés comme constitués d'un noyau autour duquel des électrons ponctuels décrivent des orbites circulaires. De l'autre, la quantification de l'énergie est introduite, impliquant qu'il n'existe qu'un nombre limité d'orbites stables pour les électrons. Le modèle donne correctement l'énergie de la molécule, il échoue globalement à décrire ses propriétés. Presque 100 ans après, un nouveau modèle prenant en compte, à la fois celui de Bohr et l'équation fondamentale de la mécanique quantique, l'équation de Schrödinger, qui permet de calculer exactement les propriétés des systèmes quantiques, permet d'écrire une nouvelle équation plus précise que celle de Bohr et plus facile à résoudre que celle de Schrödinger. S'inspirant d'une recette que l'on pensait éculée, il fournit un nouvel outil de calcul. ».

78 De la même façon qu'on parle de division d'une cellule mère en cellules filles, on parle de fission d'un noyau père en noyaux fils.

79 « 1 g d'hydrogène contient plus de 10<sup>23</sup> protons, et une étoile comme le soleil pèse environ 10<sup>33</sup> g. »

80 sa période ou demi-vie "statistique"

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

### L'agoantagonisme au sein d'une ARMSADA :

« Si la variation indéfinie est l'un des moteurs de l'évolution, alors pourquoi y a-t-il des formes stables et distinctes plutôt qu'un continuum de formes variant à l'infini ? » (Kupiec, 2003). C'est la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés qui stabilise des plans d'organisation (Bricage, 2000b, 2005a).

#### - L'ontogénèse récapitule la phylogénèse<sup>81</sup> (tableau 1).

« Les noyaux atomiques sont des assemblages de protons, chargés électriquement (positivement), et de neutrons, de charge électrique nulle. La quasi-totalité de la masse d'un atome et toute sa charge électrique positive sont présentes dans le noyau. Les noyaux atomiques sont quasi sphériques, de diamètre égal à quelques femtomètres (ou fermis, millionièmes de milliardième de mètre<sup>82</sup>). » (Greiner & Sandulescu, 1990). « Leur stabilité résulte de la compétition entre l'interaction nucléaire forte très puissante et de très courte portée, qui tend à attirer sans distinction les protons et les neutrons les uns contre les autres, et l'interaction électromagnétique, qui n'agit pas sur les neutrons mais fait se repousser les protons entre eux. » (Collectif, 1999b). « Pour séparer 2 neutrons distants de 1 fermi il faut dépenser une énergie de 1 million d'électrons-volts. Mais 10 eV suffisent à dissocier 2 nucléons distants de 10 fermis. » (Greiner & Sandulescu, 1990). « Les électrons sont en orbite autour du noyau à quelque 100.000 femtomètres de lui. » (Greiner & Sandulescu, 1990).

Il y a une rupture d'échelle entre le niveau d'organisation de l'atome et celui de ses particules constitutantes.

Le niveau d'organisation atomique c'est l'atome, pas le noyau, ni les nucléons, ni son cortège d'électrons.

Cependant, « les structures nucléaires et atomiques sont étonnamment semblables : quand les électrons d'un atome remplissent complètement une ou plusieurs couches électroniques, comme dans l'hélium ou le néon, l'atome est stable, c'est-à-dire chimiquement inerte; quand les couches de protons ou de neutrons d'un noyau sont complètement occupées, comme dans le noyau de calcium ou de plomb, le noyau est stable et sphérique. » (Greiner & Sandulescu, 1990).

Le niveau d'organisation inférieur adjacent c'est celui de ses constituants, les particules "sub-atomiques".

#### - Le Tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties (figure 2).

« La masse moyenne des nucléons varie avec la masse totale du noyau, pour atteindre une valeur minimale dans les noyaux d'environ 50 nucléons. Cela implique que des éléments plus légers qui fusionnent, ou des éléments plus lourds qui fissionnent, donnent des produits de réaction avec une légère perte de masse. Cette perte se retrouve dans l'énergie cinétique des produits. » (Migus, 1991).

#### - L'agoantagonisme aboutit à l'optimisation constructale (figure 4).

L'arborescence structurale, d'une molécule de réserve comme l'amidon, de l'arbre pulmonaire d'un homme, d'un arbre (organisme vivant), ou d'un arbre évolutif (cladistique), est une "construction optimisée" qui permet la mise en place du meilleur compromis fonctionnel entre avantages et inconvénients d'une forme, d'une structure ou d'une fonction (Bejan & Marden, 2006).

« Car il n'y a pas d'avantages sans inconvénients et survivre c'est transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients. » (Bricage, 1998, 2000a).

Au sein d'une ARMSADA, c'est l'agoantagonisme entre acteurs qui permet la mise en place, au bon endroit, au bon moment, du meilleur compromis structural et fonctionnel. Ce qui explique que, à un niveau d'organisation, des lois (mathématiques) différentes soient explicables par un même principe physico-chimico-biologique d'optimisation, et que à des niveaux d'organisation différents une même loi soit représentative d'une même fonctionnalité, quelle que soit l'échelle (figure 3), comme c'est le cas pour le mouvement (Bejan & Marden, 2006).

#### 3.b.3. Évolution, modules de futures ARMSADA : des atomes aux molécules.

« À 100 millions de degrés, l'hélium devient à son tour combustible, avec perte de masse et libération d'énergie. La fusion de 2 particules alpha, formées de 2 protons et 2 neutrons, donne naissance à 1 noyau de beryllium, de nombre de masse 8, formé de 4 protons et 4 neutrons. Ce noyau est instable et, en 10<sup>-16</sup> s, il se scinde redonnant 2 particules alpha. » (Collectif, 1985).

« Synthétisé au sein des étoiles via des réactions thermonucléaires, l'oxygène représente 1% de la masse totale de l'Univers, c'est le troisième élément chimique par ordre d'abondance, après l'hydrogène et l'hélium, mais devant le carbone. Il est d'abord produit, de façon temporaire, au cours du cycle carbone-azote-oxygène, processus qui mène à la formation de noyaux d'hélium à partir de noyaux d'hydrogène. » (de La Souchère, 2009).

81 ontogénèse & phylogénèse, du grec : onto individu, être, phylo : lignée et genesis : naissance, génèse et non genèse

82 1 fermi = 10<sup>-15</sup> m

*Au sein des étoiles possédant une certaine masse, ces noyaux d'hélium fusionnent pour produire du carbone, puis de l'oxygène. Surtout présent dans l'espace interstellaire sous forme atomique ou sous la forme de molécules contenant notamment de l'hydrogène, du carbone ou de l'azote, il intervient dans les mécanismes à l'origine de la formation des molécules dans l'espace, et peut-être même du vivant. »* (de La Souchère, 2009).

La formation de l'oxygène résulte donc, au cours d'un "cycle de développement", d'un processus de croissance en masse puis de croissance en nombre (reproduction) par fusion.

« *L'oxygène atomique se combine à presque tous les éléments pour former de l'eau et un ensemble de composés appelés oxydes. L'oxygène représente ainsi 87% de la masse des océans et près de 50% de celle de la croûte terrestre. »* (de La Souchère, 2009).

#### 4. Les particules : fermions et bosons.

« *Ils sont partout. À chaque seconde, 60 milliards d'entre eux filent à travers chaque centimètre carré du corps humain et de la terre entière. La majorité des neutrinos<sup>83</sup> viennent de la fusion de l'hydrogène du soleil. »* (Bonneau, 2004). « *Ils nous renseignent sur l'état de l'Univers une seconde après le big bang. »* (Brunier, 2005).

##### 4a. La théorie quantique des champs.

« *La mécanique quantique est la branche de la physique qui a pour but d'étudier et de décrire les phénomènes fondamentaux à l'œuvre dans les systèmes physiques à l'échelle atomique et sub-atomique. Elle complète la physique classique, qui réussit très bien à décrire les phénomènes à l'échelle macroscopique, mais qui échoue dans sa description du monde à l'échelle microscopique et de certaines propriétés du rayonnement électromagnétique. »* [http://fr.wikipedia.org/wiki/Quantique#L\\_27intrication](http://fr.wikipedia.org/wiki/Quantique#L_27intrication).

« *Les postulats de la mécanique quantique ont été établis essentiellement entre 1922 et 1927 par les physiciens Bohr, Dirac, de Broglie, Heisenberg, Jordan, Pauli et Schrödinger. Les principes de la mécanique quantique se révèlent en rupture avec ceux de la physique classique, notamment en mettant en évidence une dualité onde-corpuscule fondamentale, ainsi qu'en abandonnant la notion de valeur déterminée pour certains états physiques (comme la position et la vitesse) en faveur de probabilités. »*

Le fait que la mécanique quantique implique l'existence d'états intriqués suggère que le monde physique puisse, au moins parfois, se comporter de façon non-locale... glocale ?

« *Les postulats de la mécanique quantique sont eux-mêmes inadéquats lorsqu'il s'agit d'étudier les particules élémentaires relativistes, on utilise ... une théorie plus large la théorie quantique des champs.*

Le cadre de la mécanique quantique apparaît comme le cadre théorique le plus adéquat à la description des phénomènes physiques microscopiques de basse énergie (molécules, atomes, électrons, protons, neutrons, photons et autres particules subatomiques). Certains phénomènes macroscopiques ne s'expliquent toutefois que dans le cadre de cette théorie et non de la physique classique, comme entre autres la superfluidité, la supraconductivité ou l'effet photo-électrique. ».

##### 4.a.1. MOBILISATION DE LA MATIÈRE ET DE L'ÉNERGIE.

« *La formule d'Einstein  $\Delta W = \Delta m C^2$  est la formulation de la source d'énergie la plus abondante de notre Univers : la production d'énergie par disparition de matière. Chaque seconde, notre étoile, le soleil, transforme 4 millions de tonnes de matière en énergie qu'il rayonne dans l'espace... Cette énergie rayonnante n'est pas liée à un support matériel, mais elle peut traverser une certaine épaisseur de matière. Elle se présente sous diverses formes, expressions variées d'un même phénomène fondamental : l'onde électromagnétique. »* (Gillon, 1980).

##### 4.a.1.a. Les FLUX de PARTICULES

« *“Rien se crée, rien ne se perd.” Le principe de conservation de Lavoisier reste parfaitement valable au niveau de la somme des masses et des énergies. Cette somme se conserve dans l'Univers mais, entre les deux termes des échanges incessants se produisent, non seulement en faisant disparaître de la masse pour qu'apparaisse de l'énergie, mais aussi en faisant apparaître de la masse là où une énergie, parfaitement immatérielle, vient de disparaître. »*<sup>84</sup> (Gillon, 2980).

83 Un neutrino est un lepton de charge nulle (neutre) et de masse très petite ("ino").

84 « *Lavoisier n'a jamais prononcé ni écrit “rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme.” ».*

« *Si Lavoisier a bien formalisé en chimie le principe de conservation de la matière, il n'a pas été le premier à l'énoncer : il avait été précédé de 22 siècles par ANAXAGORE de Clazomènes. »* In (1999) Physique. Pour La Science 257, p. 111.

L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

TOUT se transforme. Le TOUT est à la fois PLUS et MOINS que la somme de ses parties.

4.a.1.b. La masse... une propriété émergente ?

« *La masse - ce quelque chose d'ineffable qui maintient un objet dans un mouvement uniforme tant qu'une force extérieure ne vient pas en perturber la course - repose sur l'existence d'une particule (du modèle standard de la physique) baptisée boson de Higgs, censée conférer une masse à toutes les autres.* » (Cho, 2009).

L'électron-volt (eV) est à la fois une unité d'énergie et de masse.

« *Les bosons W et Z, particules qui transportent l'interaction faible, "pèsent" respectivement 81 GeV et 92 GeV<sup>85</sup>. Par comparaison, l'électron, la particule la plus légère, a une masse de l'ordre de 0,0005 GeV et la masse du neutrino d'un ordre de grandeur compris entre 0,5 et 5 eV !.* »

« *La désintégration bêta simple transforme le bismuth 214 en polonium 214. Un neutron se désintègre en proton en éjectant un électron et un antineutrino. Le nombre de protons et de neutrons reste identique, mais la perte de masse (ou d'énergie) pendant la désintégration est équivalente à l'énergie transportée par l'électron et l'antineutrino.* » (Moe & Rosen, 1990). « *Lors de la radioactivité "bêta", où un atome se désintègre en émettant un électron, ce dernier n'emporte pas toute l'énergie disponible, une partie de l'énergie est emportée par un antineutrino.* » (Bonneau, 2004). « *La désintégration bêta simple du sélénium 82 en brome 82 est interdite par la loi de conservation de l'énergie, mais la double désintégration bêta, qui aboutit au krypton 82, en passant par le brome 82, est possible grâce à des états virtuels, en raison du principe d'incertitude.* » (Moe & Rosen, 1990).

4.a.1.c. La MATIÈRE NOIRE.

« *La matière noire, indétectable par des observations directes (d'où son nom), mais dont la présence serait révélée (indirectement) par ses effets gravitationnels, et qui participerait à la cohésion des galaxies, emplirait près d'un quart de l'Univers. La matière noire serait composée d'une particule électriquement neutre, qui n'agirait que très peu avec la matière ordinaire (visible).* » (Cho, 2009).

4.a.2. L'ORGANISATION des particules.

« *... des théories de plus en plus générales permettent de rendre compte simultanément d'ensembles toujours plus larges de phénomènes physiques... les équations écrites par Maxwell englobent à la fois l'électricité, le magnétisme et la lumière qui sont des phénomènes quotidiens...* » (Gervais, 1987).

« *La variété presque infinie des substances qui nous environnent se comprend à partir d'une petite centaine d'atomes différents, extrêmement petits. Ceux-ci sont eux-mêmes constitués de seulement 3 particules différentes encore plus petites, le neutron, le proton et l'électron, en nombre variable.* » (Gervais, 1987).

« *... la mécanique quantique a eu pour point de départ un phénomène qui a intrigué les scientifiques pendant des siècles. La lumière apparaît tantôt comme une onde, analogue à des vagues sur un océan, tantôt comme un jet de particules, les photons. Toute particule doit être considérée à la fois comme un corpuscule et comme une onde. Et la longueur d'onde associée à une particule est d'autant plus courte que son énergie est plus grande.* » (Gervais, 1987).

« *Dans la théorie des interactions entre particules, le « modèle standard », il existe deux types fondamentaux de particules : les fermions et les bosons. Les fermions sont les briques élémentaires de la matière; les bosons sont les vecteurs d'interactions : leurs échanges entre les fermions engendrent les divers types d'attraction et de répulsion.* » (Myers & Picasso, 1990).

« *Il existe deux classes de fermions : les leptons et les quarks. La famille des leptons comprend les particules chargées, tels les électrons et les muons, et des particules sans charge et de masse petite ou nulle, les neutrinos. Les quarks sont les constituants des hadrons, notamment du proton et du neutron.* » (Myers & Picasso, 1990).

« *... deux interactions fondamentales de la physique : la force électromagnétique et la force nucléaire faible... semblent très différentes. D'une portée infinie, l'interaction électromagnétique est transmise par des particules de masse nulle – les photons. L'interaction faible n'est sensible qu'à l'échelle subatomique, et les particules médiatrices de cette force, les bosons W et Z, ont une masse très élevée. Le modèle standard de la physique suggère pourtant que ces deux forces ont une origine commune. Elles se seraient dissociées à une époque reculée de l'histoire de l'Univers... un mécanisme dénommé brisure de symétrie électrofaible... le boson de Higgs -une particule élémentaire très massive- déplacerait le minimum d'énergie de la force électrofaible brisant ainsi la symétrie originelle.* » (Grojean, 2009).

« Le boson de Higgs représente, aujourd'hui, l'hypothèse la plus simple. Mais il pose autant de questions qu'il en résout et il se peut qu'il soit non pas une particule élémentaire mais **un objet composite** composé de techniquarks.<sup>86</sup> » (Grojean, 2009), ...

“composite“ car formé par juxtapositions et emboîtements de niveaux adjacents inférieurs ?

« Les fermions sont classés en familles composées de deux quarks et de deux leptons. » (Myers & Picasso, 1990), ... “composés“ qui correspondent à des niveaux d'organisation autrefois libres ?

#### 4.a.3. MOUVEMENT.

« Un lepton est une particule élémentaire de spin  $\frac{1}{2}$ . Ce peut être un électron, un muon, un tau, ou, leur neutrino ou leur antiparticule respectifs. ».

« Toute particule se déplaçant selon un mouvement non uniforme émet un rayonnement électromagnétique appelé rayonnement synchrotron. ».

#### 4.a.4. RÉACTIONS AUX STIMULATIONS.

« L'isotope 239 de l'uranium 238 (de masse atomique 92), formé par capture d'un neutron, se désintègre, par émission bêta (d'un électron), en neptunium (de masse atomique 93). ».

« Les particules sont classées en deux catégories de natures très différentes : les bosons et les fermions. Les bosons ont un instinct grégaire très poussé tandis que les fermions sont des individualistes forcenés. Les premiers tendent à se mettre tous dans le même état physique quand ils sont à plusieurs. C'est le cas par exemple des photons. Au contraire, deux fermions ne peuvent se trouver dans le même état. Les électrons sont des fermions et ils doivent occuper des niveaux différents dans l'atome. C'est ainsi que l'on rend compte des propriétés de la centaine d'atomes existant dans la nature. » (Gervais, 1987).

#### 4.b. SE SURVIVRE, la REPRODUCTION des PARTICULES :

métamorphose, interchangeabilité et cycle de développement.

Le Tout est-il la somme de ses parties (conservation additive, proportionnalité, linéarité) ?

OU n'est-il pas, à la fois, PLUS ET MOINS (figure 3, tableau 1) que la somme de ses parties ?

« Lorsqu'une particule interagit avec une autre, elle peut être absorbée, être réfléchie, ou encore se désintégrer en plusieurs autres particules. » (Susskind, 2009).

« Lors d'une double désintégration bêta, la désintégration radioactive la plus rare, deux neutrons engendrent simultanément deux protons, deux rayons bêta (des électrons) et deux antineutrinos (les antiparticules des neutrinos). Selon le «modèle standard», le neutrino est une particule électriquement neutre, dépourvue de masse, qui accompagne toujours un des électrons émis dans la double désintégration bêta.

Quand un neutron (non chargé) se transforme en proton (chargé positivement), il émet un électron, chargé négativement (conservation de la charge) et d'hélicité gauche, et un antineutrino d'hélicité droite (conservation du sens et de la quantité de mouvement). Quand un proton se transforme en un neutron, il émet un positon et un neutrino d'hélicité gauche. Un proton ne peut absorber qu'un antineutrino d'hélicité droite, il se transforme alors en neutron. Un neutron ne peut absorber qu'un neutrino d'hélicité gauche. » (Moe & Rosen, 1990).

#### 4.c. INTÉGRATION et ÉMERGENCE.

« Selon le «modèle standard», le neutrino est une particule électriquement neutre, dépourvue de masse, qui accompagne toujours un des électrons émis dans la double désintégration bêta. » (Moe & Rosen, 1990).

« ... il existe trois espèces de neutrinos : le neutrino électronique (associé à l'électron), le muonique (associé au muon) et le tauonique (associé au tau). Pour expliquer le déficit de neutrinos (d'origine solaire) observé (sur terre), l'explication la plus plausible nécessite qu'au moins l'une des trois espèces ait une masse non nulle. » (Fadel, 1999). « L'étude d'un autre type de particules, le kaon et son antiparticule l'anti-kaon, posait un gros problème, car l'observation de leur désintégration semblait indiquer qu'elles étaient identiques. Ce qui a amené à supposer que “la particule réelle“ ne serait ni l'une ni l'autre, mais un mélange (une superposition) des deux, et qu'il pourrait en être de même pour l'anti-neutrino et le neutrino LA particule qui se dirige vers la terre et qui n'est ni un neutrino électronique, ni un neutrino muonique, mais une superposition d'états, oscillerait pendant son voyage entre l'état de saveur électronique et l'état de saveur muonique, l'énergie étant alternativement transférée d'un à l'autre. Et, la traversée de la matière modifie l'oscillation en affectant la vitesse de propagation des états de saveur. » (Fadel, 1999).

86 Théorie de la technicolore qui, pour décrire l'interaction faible, s'inspire de celle de la chromodynamique quantique, qui décrit la forte.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

La disparition de l'antimatière lors du big bang ne résulte-t-elle pas d'une rupture de symétrie comme celle qui a lieu lors de la transformation spontanée des kaons neutres  $K^0$  en leurs antiparticules ?

« *Les kaons sont des mésons, c'est-à-dire des paires quark-antiquark. La transformation spontanée des kaons neutres en leurs antiparticules, et réciproquement, ne se fait pas à la même fréquence dans les deux sens.* » (Deloche, 2001).

### - La masse une propriété émergente ?

« *Les neutrinos ont toujours été très difficiles à étudier dans la mesure où ils interagissent très peu avec la matière (nous sommes traversés chaque seconde par des milliards de neutrinos). Ce n'est qu'en 1998 que la première estimation de la masse du neutrino pût être fournie. Elle est comprise entre 0,03 à 0,11 eV (ce qui correspond à 10p-34 g). Un neutrino serait dix millions de fois moins lourd que l'électron. Pour autant sa masse n'est pas nulle !* » (Desit-Ricard, 2004).

« *Les photons qui composent les champs électromagnétiques possèdent une masse nulle. Comment les particules acquièrent-elles la masse qui les caractérisent ? D'une manière ou d'une autre, ces masses doivent découler de l'interaction entre des particules ayant elle-même une masse nulle. La durée de vie et les propriétés du boson Z semble dépendre de la présence d'une nuée de particules virtuelles virevoltant autour de lui. Peter Higgs a émis l'hypothèse selon laquelle le vide, dans lequel baigne tout type de matière, devait être rempli d'un champ de force. Celui-ci serait capable d'interagir, plus ou moins, avec des particules, leur conférant ainsi plus ou moins d'inertie – autrement dit, des masses de valeurs différentes. Ce champ serait composé d'une nouvelle particule, le boson de Higgs.* » (Cho, 2009).

### - La charge une propriété émergente à l'origine d'autres propriétés émergentes ?

« *L'interaction électromagnétique agit sur la charge. Elle est responsable de la structure atomique.* » (Jacob, 2005).

### - Le "quantum" d'espace-temps-action, ou "champ", une propriété émergente ?

« *Les interactions électromagnétiques sont décrites de façon parfaite par l'électrodynamique quantique, dont le succès expérimental est extraordinaire. Elles découlent d'un principe dit d'invariance de jauge, très élégant, la théorie complète de l'Univers doit être invariante par changement de coordonnées, il s'agit du principe d'invariance locale, encore appelé invariance de jauge. Un principe de base est que les lois physiques sont les mêmes dans tous les repères se déplaçant à des vitesses constantes. C'est un fait d'expérience que la vitesse de la lumière est indépendante du repère. Pour satisfaire l'invariance de jauge, il faut introduire des particules dites de jauge, couplées de façon universelle à toutes les particules existantes, et qui sont les agents des interactions. Il s'applique aussi bien aux coordonnées d'espace-temps, qu'à des coordonnées dites internes qui décrivent l'existence de plusieurs types de particules. Pour l'électromagnétisme, l'agent des forces est le photon. Pour les interactions faibles (qui doit son nom à sa faible portée<sup>87</sup>), responsables des désintégrations radioactives, ce sont les bosons intermédiaires ( $Z^{88}$  et  $W$ ). Les particules agents des interactions fortes (qui lient les protons aux neutrons dans les noyaux) sont les gluons (particules chargées de masse nulle, détectées indirectement).* » (Gervais, 1987). « *La force gravitationnelle est transmise par les gravitons.* » (Myers & Picasso, 1990).

« *Le champ de gravitation se trouve associé à l'échange de gravitons.* » (Jacob, 2005).

« *Les interactions entre particules correspondent à l'émission d'un champ et à la réaction à ce champ. La force due à la présence d'un champ est associée à un échange de particules, les quanta du champ.*

Le quantum du champ électromagnétique<sup>89</sup> est le photon; les interactions électromagnétiques sont associées à l'échange de photons. Les interactions fortes sont liées à l'échange de gluons entre les quarks, et les interactions faibles à l'échange de bosons. » (Jacob, 2005).

« *Avec les bosons, quanta des champs de forces au niveau des quarks, la fonction d'onde est symétrique (ne change pas de signe) par échange de deux quelconques des particules. Il s'ensuit qu'un système de bosons peut se rassembler dans le même état où l'on peut trouver un très grand nombre de particules.* » (Jacob, 2005).

87 environ 10p-17 m soit le centième du rayon d'un proton (Myers & Picasso, 1990).

88 La "durée de survie" du boson  $Z^0$  est extrêmement brève, environ 10p-25 s (Myers & Picasso, 1990).

89 « Le principal lien entre les spectateurs que nous sommes et les astres est le rayonnement électromagnétique. La partie directement perceptible par nous de ce rayonnement est ce que nous appelons "la lumière". Le spectre électromagnétique s'étend loin au-delà de l'infrarouge vers les micro-ondes et les ondes radio et, du côté des longueurs d'onde courtes, vers l'ultraviolet, les rayons X et gamma. Ces rayonnements nous sont imperceptibles; de plus, la plus grande partie de ceux d'origine cosmique est absorbée par la haute atmosphère et ils ne parviennent pas au sol. » (Menzel & al., 1989). L'atmosphère est comme une "paroi protectrice" du vivant terrestre.

### 5. Les particules élémentaires : les leptons, les quarks et les bosons.

« Au tout début de l'Univers, il y a quinze milliards d'années ...

**toutes les particules élémentaires étaient alors libres, y compris les quarks.** » (Deloche, 2001).

Par juxtapositions et emboîtements ...,

« **À partir des quarks et de l'électron, on peut reconstituer tous les objets stables du monde.** Le proton est constitué de trois quarks. L'électron et les quarks sont des particules quasi ponctuelles, dont les rayons sont de taille inférieure à  $10^{-19}$  m. » (Jacob, 2005).

#### 5.a. Survivre : l'invariance de jauge.<sup>90</sup>

« **On peut caractériser chaque particule élémentaire par des propriétés intrinsèques indépendantes de tout système de référence particulier.** » (Jacob, 2005).

##### 5.a1. INTÉGRATION.

« **Les quarks se lient par des interactions fortes** en protons et neutrons. Lorsque ces particules interagissent entre elles, on voit apparaître de nouveaux quarks. » (Jacob, 2005).

« **L'état de la matière, quelques micro-secondes après le Big Bang, est celui d'un plasma de quarks et de gluons.** Le proton et le neutron sont constitués de quarks, maintenus ensemble par l'interaction forte qui transportent les gluons. Ces quarks et gluons ne sont **habituellement pas séparables.** » (Geller & Sortais, 2001).

##### 5.a2. FLUX de matière et d'énergie.

« **La masse est indépendante de tout système d'observation.** La masse relie l'énergie  $E$  et l'impulsion  $p$ , qui dépendent toutes deux du système choisi, par la relation  $E^2 - p^2 c^2 = mc^2$ , où  $m$  est la masse et  $c$  la vitesse de la lumière, au repos,  $p = 0$  et  $E^2 = mc^2$ . » (Jacob, 2005).

##### 5.a3. MOUVEMENT.

« **Le spin est le moment angulaire du constituant élémentaire, qui tourne sur lui-même.** C'est un mouvement quantique mesuré en unités du quantum de Planck. Les particules qui n'ont pas de masse ont la vitesse de la lumière et il n'existe aucun système de coordonnées où elles puissent être au repos. C'est le cas du photon et du gluon. » (Jacob, 2005).

##### 5.a4. RÉACTIONS AUX STIMULATIONS.

Masse et spin caractérisent les propriétés externes "d'interaction" dans l'écoexotope.

« **La particule élémentaire est aussi définie par des propriétés internes qui précisent la façon dont elle peut créer un champ de force particulier et y répondre.** On en distingue trois : la charge, qui caractérise la réponse aux interactions électromagnétiques, la saveur, qui précise la façon dont elle répond aux interactions faibles, et la couleur, qui détermine ses propriétés vis-à-vis des interactions fortes. » (Jacob, 2005).

##### 5.a5. ORGANISATION.

« **Les quarks existent sous 3 variétés de "couleur"** : rouge, verte et bleue. Ce terme imagé traduit bien le fait que l'on peut réaliser un système global neutre vis-à-vis de la couleur, c'est-à-dire blanc en combinant trois couleurs. » (Jacob, 2005).

Les 4 types d'interactions « **la gravitation, qui impliquent tous les constituants qui répondent selon leur masse ou leur énergie, l'interaction électro-magnétique qui agit sur la charge, l'interaction faible qui peut changer la saveur et aussi la charge, l'interaction forte qui peut changer la couleur** », correspondent à des échanges ou à des interconversions de matière et d'énergie « **qui présentent une grande analogie et qui correspondent à l'échange d'un boson vecteur de l'interaction : le graviton, le photon (électromagnétisme), le gluon avec ses 8 variétés de couleur (interactions fortes), les bosons W et Z chargé ou neutre (interactions faibles), échanges représentés par des graphes de Feynman.** Toutes ces forces découlent d'un **même principe d'invariance.** L'invariance des lois de la physique par transformations dites de jauge. » (Jacob, 2005).

Les interactions sont décrites par, et décrivent, des champs, c'est-à-dire des Espace-Temps-InterActions.

##### 5.a.6. CROISSANCE.

« **Le quantum de champ (l'énergie du photon E) est inversement proportionnel (le) à la longueur d'onde.**

90 Dans les théories **invariantes par changements d'échelle**, ou **d'invariance de "jauge"**, l'invariance d'échelle est remplacée par une **invariance par rapport à des changements de phase**. On postule que les prédictions d'une théorie ne changent pas lorsqu'on effectue certaines transformations sur les objets. « **Chaque particule est décrite par une fonction d'onde. Cette fonction d'onde a une phase. Et, il n'y a pas de phase absolue, comme il n'y a pas d'origine absolue de l'espace et du temps, dans l'expression des lois de la physique.** » (Jacob, 2005).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

C'est la relation de Planck :  $E = hn$  (ou  $n$  est la fréquence), pour l'échelle temporelle, ou, pour une particule d'impulsion  $p$ , la relation de De Broglie :  $I = h/p$  (ou  $I$  est la longueur d'onde). » (Jacob, 2005), pour l'échelle spatiale ! (figure 3).

### 5.b. SURVIVRE et SE SURVIVRE : les lois de l'inter-conversion et de la conservation.

Le TOUT naît par fusion d'entités, préalablement à vie libre, qui perdent ainsi à la fois leur liberté et une partie de leur identité tout en créant une nouvelle entité dont elles sont inséparables. En recréant les conditions d'avant la fusion on peut avoir un aperçu des entités libres originelles, même si elles ont définitivement disparu en tant que telle.

Ainsi, un électron possède une charge et un spin. Ces propriétés, inséparables, sont ensemble confinées à l'ETA de l'électron. Mais, « dans un système unidimensionnel (1D) d'électrons en interaction, aux faibles énergies, les excitations du spin et de la charge "voyagent" à des vitesses différentes : on observe une séparation de la charge et du spin, une "brisure du champ" de l'électron, lors de l'effet tunnel observé dans la surface d'interaction entre un câble unidimensionnel et un gaz d'électrons. » (Jompol & al., 2009).

L'électron contient un couple d'entités fonctionnelles distinctes, observables dans un espace-temps-action antérieur (le niveau adjacent inférieur) à celui de l'électron. Et l'électron est lui même « contenu », confiné, avec d'autres entités fonctionnelles incompatibles, ou « antagonistes », par juxtapositions et emboîtement dans un niveau adjacent supérieur à celui de l'électron, l'atome.

#### 5.b1. La perte de la liberté et le gain de l'identité dans le nouveau TOUT.

« Les trois quarks d'un proton sont tous de couleurs différentes pour réaliser ensemble un proton qui n'a pas de couleur. » (Jacob, 2005). Par juxtapositions et emboîtement il créent un nouveau niveau d'organisation (figure 2).

**Le TOUT est à la fois plus et moins que la somme de ses parties... il est "coloré" sans l'être !**

« Ils échangent sans arrêt leur couleur en échangeant des gluons qui portent eux aussi de la couleur. Il est impossible d'extraire les quarks, des hadrons qu'ils constituent. DE même, le "rayonnement" des gluons n'apparaît qu'à l'intérieur des hadrons. Il ne peut s'en échapper. » (Jacob, 2005).

« À très basse température les électrons se mettent en couple, ils forment des "paires de Cooper", capables de se déplacer sans dissipation d'énergie. Cet état, sinon "conjugal"..., du moins ordonné, résulte d'une attraction entre électrons. » (Collectif, 1999a). Des endophysiotes incompatibles, états répulsifs, deviennent attractifs si leur écoexotope commun, leur champ d'interaction, est « autre ». Les interactions entre endophysiotes sont « relatives », « contingentes », au « contexte » de leur écoexotope commun, « partagé ».

#### 5.b.2. ÉMERGENCE.

« Quarks et électrons sont des fermions. La fonction d'onde qui décrit un système de ces particules est globalement antisymétrique (change de signe) par échange de deux particules. Cela interdit à deux particules identiques (deux électrons par exemple) de se trouver dans le même état : d'où l'existence d'une structure atomique où les électrons se rangent sur différents niveaux d'énergie en couches successives. » (Jacob, 2005).

#### 5.b.3. DIVERSITÉ et MODULARITÉ.

« Les bosons vecteurs (particules de spin 1) sont le photon, le gluon et les bosons  $W^+$ ,  $W^-$  et  $Z^0$ . Les quarks, up  $u$ , down  $d$ , charm  $c$ , strange  $s$ , top  $t$ , bottom  $b$ , et les leptons, électron et neutrino d'électron, muon et neutrino de muon, tau et neutrino de tau, forment les fermions. Chaque particule est décrite par un champ quantique, défini en chaque point de l'espace (x,y,z) - temps (t). Les interactions correspondent à des couplages entre champs au même point. » (Jacob, 2005).

#### 5.c. La chiralité du vivant.

« Les interactions entre champs au même point aboutissent toujours à deux types de solutions associées aux particules et anti-particules. Pour chaque particule, on a une antiparticule de même masse et de même spin, mais ayant des propriétés internes (charge, saveur, couleur) opposées. La transformation de l'énergie en matière ou de la matière en énergie correspond à la production ou à l'annihilation de paires particule-antiparticule. Par exemple, un électron et un positon (l'antiparticule de l'électron) s'annihilent en photons ou sont simultanément créés par la collision de deux photons. Si un quark et un anti-quark s'annihilent, ils donnent un  $W$  ou un  $Z$  dont la désintégration peut engendrer une paire de quark-antiquark ou de lepton-antilepton. » (Jacob, 2005).

#### 5.d. L'intrication, conséquence, et comportement révélateur, d'une ARMSADA ?

L'intrication est un état décrivant 2 systèmes, ou plus, « non factorisables en un produit d'états » correspondant à chaque système : **le Tout est à la fois plus et moins que la somme (et/ou le produit) de ses parties !**

« **L'intrication quantique** est un phénomène observé en mécanique quantique dans lequel l'état quantique de deux objets doit être **décrit globalement, sans pouvoir séparer un objet de l'autre**, bien qu'ils puissent être spatialement séparés. Lorsque deux systèmes, S1 & S2, sont placés dans un état intriqué, il y a des corrélations entre les propriétés physiques observées des deux systèmes qui ne seraient pas présentes si l'on pouvait attribuer des propriétés individuelles à chacun des deux objets S1 et S2. En conséquence, même s'ils sont séparés par de grandes distances spatiales, les deux systèmes ne sont pas indépendants et il faut considérer {S1+S2} comme **un système unique**. », « **L'Univers a-t-il une structure tautochrome ?** » (Busser, 2007).

« Deux systèmes, ou deux particules, peuvent être intriqués dès qu'il existe une **interaction** entre eux.<sup>91</sup>

En conséquence, **les états intriqués sont la règle plutôt que l'exception**.

Une mesure effectuée sur l'une des particules changera son état quantique selon le postulat quantique de la mesure. **Du fait de l'intrication, cette mesure aura un effet instantané sur l'état de l'autre particule, quelle que soit la ligne d'Univers qui relie les deux événements !** Le fait que la mécanique quantique tolère l'existence d'états intriqués, **états ayant effectivement été observés** en laboratoire et dont le comportement est en accord avec celui prévu par la mécanique quantique (expérience d'Aspect), implique que la mécanique quantique est une théorie physique non-locale. Néanmoins, il est incorrect d'assimiler ce changement d'état à une transmission d'information plus rapide que la vitesse de la lumière (et donc une violation de la théorie de la relativité). ».

« La raison est que le résultat de la mesure relatif à la première particule est toujours aléatoire, dans le cas des états intriqués comme dans le cas des états non-intriqués. Il est donc impossible de “transmettre” quelque information que ce soit, puisque la modification de l'état de l'autre particule, pour immédiate qu'elle soit, conduit à un résultat de la mesure relatif à la seconde particule qui est toujours aussi aléatoire que celui relatif à la première particule. Les corrélations entre les mesures des deux particules, bien que très réelles et mises en évidence dans de nombreux laboratoires, resteront indétectables tant que les résultats des mesures ne seront pas comparés, ce qui implique nécessairement un échange d'information classique, respectueux de la Relativité (paradoxe EPR). » (Haroche, 2008) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Intrication\\_quantique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Intrication_quantique).

« Einstein décrivait ce phénomène comme une “action surnaturelle à distance”,

**tout se passe comme si** la mesure effectuée sur S1 à un instant donné avait un effet absolument instantané sur le résultat de la mesure effectuée sur S2 même si les deux événements ne sont pas reliés causalement, c'est-à-dire même si une information partant de S1 et se déplaçant à la vitesse de la lumière n'a pas le temps d'informer S2 du résultat de la mesure sur S1. De fait, un système intriqué forme absolument un tout, qui ne peut pas être séparé en deux systèmes indépendants tant qu'il reste intriqué, quelle que soit l'étendue spatiale de ce système. » <http://www.cqed.org/college/college.html>.

L'Univers forme donc un TOUT, une entité indissociable (figure 3, tableau 1).

« Certains métaux lorsqu'on les refroidit à quelques degrés au-dessus du zéro de l'échelle Kelvin (-273°C), c'est-à-dire à la température globale du “fond” de l'Univers, changent brusquement de propriétés électromagnétiques, ils deviennent supra-conducteurs. La résistance électrique de ces matériaux devient nulle, de sorte qu'un courant électrique peut y circuler sans dissipation d'énergie. Au-dessous d'une température “critique” ..., les électrons semblent soudain libérés de toute interaction avec le réseau. » (Collectif, 1999a).

« Tout matériau supraconducteur “se blinde” contre les champs magnétiques dans lesquels il baigne. »,  
Cette “métamorphose” intervient brusquement.

« À -252,7°C, bien avant d'atteindre la température globale du fond de l'Univers, mais sous la pression atmosphérique, l'hydrogène devient liquide et à -259,2°C il se solidifie. » (Monart, 1990).

91 Cet état ne doit pas être confondu avec l'état de superposition. Un même objet quantique peut avoir deux (ou plus) états superposés. Par exemple un même photon peut être dans l'état "polarité longitudinale" et "polarité transversale" simultanément. Le "chat de Schrödinger" est simultanément dans l'état "mort" et "vivant". Un photon qui passe une lame semi-réfléchissante est dans l'état superposé "photon transmis" et "photon reflété". C'est uniquement lors de l'acte de mesure que l'objet quantique possédera un état déterminé (Dirac, 2009).

Dans le formalisme de la physique quantique, **un état d'intrication de plusieurs objets quantiques** est représenté par un produit tensoriel des vecteurs d'état de chaque objet quantique. **Un état de superposition ne concerne qu'un seul objet quantique** (qui peut être une intrication), et est représentée par une **combinaison linéaire** des différentes possibilités d'états de celui-ci (Hawking & Penrose, 2003).

On ne peut déterminer l'état d'un système quantique qu'en l'observant, ce qui a pour effet de détruire l'état en question.

Celui-ci peut en revanche, une fois connu, être en principe recréé ailleurs. En d'autres termes, la duplication n'est pas possible dans le monde quantique, seule l'est une reconstruction en un autre endroit, voisine du concept de téléportation dans la science-fiction.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

« La température de transition supraconductrice de l'hydrogène, au voisinage de 200°K, est bien plus élevée. Les planètes géantes de notre système solaire sont essentiellement constituées d'hydrogène et d'hélium, comprimés sous l'effet de la gravitation. Pour Jupiter, la pression est de plus de deux millions d'atmosphères, l'hydrogène y est dans l'état métallique. » (Monart, 1990).

Pour l'Univers, quel est l'état de l'hydrogène, ou des électrons ou des protons, qui rend compte le mieux de son fonctionnement et de sa survie ? Celui que nous observons localement, habituellement, dans nos conditions de survie ? Ou celui que nous observons, exceptionnellement, mais globalement, dans le "vide" constitutif de l'Univers ? Ou, celui que nous observons "glocalement", dans les planètes géantes gazeuses ou les étoiles ?

### 6. Les cordes.

Le **postulat** de base de la théorie des cordes consiste à représenter une particule (l'infiniment petit) non pas par un point mais par une corde vibrante : **les cordes peuvent être ouvertes ou fermées et ont une dimension de l'ordre de la dimension de Planck 1.616 10p-35 m** <http://pro.chemist.online.fr/cours/cordes.htm>.

Pour certains chercheurs (Bonneau, 2005), la corde serait dix fois plus grande (10p-34m) que l'échelle du quantum de Planck. Les instruments actuels ne permettent pas de descendre au-dessous de 10p-19m.

Quelle que soit leur dimension, **les cordes sont des objets quantiques : le principe d'incertitude d'Heisenberg s'applique, une corde a une position et une forme variables et indéterminées.**

#### 6.a.1. Flux de et d'énergie & réactions aux stimulations.

**Les cordes ont une tension. Les cordes vibrent et chaque mode de vibration représente une particule différente.** « **Les cordes ont un spectre de masses qui sont des multiples entiers d'une masse fixe** qui peut être choisie arbitrairement. C'est le seul paramètre ajustable de la théorie. Actuellement, on doit l'identifier à la masse du **quantum de Planck**, qui est l'échelle de masse naturelle des interactions gravitationnelles. » (Gervais, 1987).

#### 6.a.1. ORGANISATION.

« Il n'existe pas de théorie universellement admise qui combinerait de façon rigoureuse mécanique quantique et gravitation. La théorie qui suscite le plus d'espoir à cet égard est la **théorie des cordes**, selon laquelle toutes les particules de matière correspondent fondamentalement aux vibrations de "cordelettes" infinitésimales. Mais la théorie des cordes reste **invérifiable**. » (Davies, 2009).

« L'idée de base est de représenter les particules par des cordes vibrantes. Une particule libre n'est soumise à aucune force extérieure. Elle ne peut donc être associée qu'à une corde dont les extrémités sont libres de se mouvoir à la différence des cordes d'un instrument de musique dont les extrémités sont fixes. Cette corde qui se meut sans frein dans l'espace a des mouvements d'ensemble combinés à des mouvements de vibration, superpositions d'états stationnaires, dont la nature est la même à tout instant. Son état vibratoire est caractérisé une fois pour toutes par le nombre de points qui ne vibrent pas, appelés noeuds de vibration. Un objet peut être considéré comme une particule si sa structure ne se modifie pas en l'absence d'agent extérieur. Des particules seront logiquement associées aux états stationnaires d'une corde à extrémités libres. Dans les théories des cordes relativistes quantiques, les interactions découlent d'un principe très simple : une corde peut se briser en deux à n'importe quel endroit, ou 2 morceaux séparés de cordes qui se touchent peuvent se coller. Le principe de **briser-coller** montre comment deux types de cordes peuvent interagir sans changer de nature. » (Gervais, 1987).

« On estime généralement que **la taille limite** (ce qu'on appelle **la longueur de Planck**, soit **10p-35 m**) est inférieure d'environ vingt ordres de grandeur à celle d'un noyau atomique. » (Davies, 2009).

« Lorsqu'elle se meut au cours du temps, la corde engendre une surface dans l'espace-temps ou surface d'Univers. Point fondamental des théories de cordes, la **dynamique est invariante par tout changement de coordonnées de la surface d'Univers**. » (Gervais, 1987).

#### 6.b.2. Émergence : les supercordes. (Sont-elles des préons ?)

Mais, la théorie des cordes nécessite un espace-temps de 26 dimensions !

Les cordes interagissent entre elles et fusionnent pour donner des supercordes (Makarovitsch & Foll, 2008).

La théorie des supercordes réduit la dimensionnalité de l'espace-temps à 10.

« **Toutes les particules ne seraient que les modes vibratoires de fréquences les plus basses d'une supercorde, petite boucle refermée sur elle-même à une dimension de 10p-35 m et s'étendant sur neuf dimensions d'espace.** » (Jacob, 2005).

« La théorie des supercordes semble réconcilier la théorie quantique et la gravitation. » (Horgan, 1994).

« La théorie des boucles est une autre “idée de gravitation quantique” qui assimile l'espace à une sorte de cote de mailles, composée de boucles enchevêtrées. Une autre approche est celle des automates cellulaires<sup>92</sup>, où la causalité est une caractéristique fondamentale. » (Horgan, 1994).

7. l'échelle de Planck : le quantum de Planck (Collectif, 2005).

« Le modèle standard de la physique des particules, bien qu'il ne prenne pas en compte la force de gravité, a permis d'expliquer l'ensemble des observations réalisées. » (Cho, 2009).

PLANCK a défini, à partir des valeurs **constantes** de la gravitation et de la vitesse de la lumière, 2 constantes, la **longueur de Planck** égale à 4,13 **10<sup>-35</sup> m**, le **temps de Planck** égal à 1,38 **10<sup>-43</sup> s** (temps d'émission du rayonnement de fond gravitationnel, d'apparition des **gravitons**), et la masse de Planck qui permet de définir le **quantum de Planck** (d'après Boudonot & Cohen-Tannoudji, 2001). D'autres auteurs donnent d'autres valeurs : voir figure 3).

« Ce n'est qu'au niveau de l'énergie de Planck que l'intensité de la force de gravité devient équivalente à celle des trois autres interactions fondamentales de la physique: les forces nucléaires faible et forte et la force électromagnétique. » (Cho, 2009).

« À l'échelle de la longueur de Planck (10<sup>-33</sup> centimètre), l'espace-temps se comporte comme une mousse bouillonnante, similaire à l'océan de particules virtuelles qui remplit l'espace vide. Dans un monde quantique, tout fluctue en permanence; même l'espace qualifié de vide est rempli d'éphémères particules virtuelles qui apparaissent et disparaissent continuellement. » (Maldacena, 2006).

Les galaxies “témoignent” des cinq derniers milliards d'années d'évolution de l'Univers.

« Les modèles d'Univers fondés sur la relativité générale sont incapables de prédire théoriquement les différentes échelles observées : galaxies, amas, grandes structures ... » (Nottale, 1994).

« L'élaboration d'une nouvelle relativité, intégrant des "lois d'échelle", se révèle indispensable ! »

Mais, si “Rien ne se perd, rien ne se crée, et TOUT se transforme.” et si “Le TOUT est à la fois PLUS et MOINS que la somme de ses parties.”, cela implique que, pour survivre, pour mettre en place et maintenir son organisation, l'endophysiotope de l'Univers a dû et doit “consommer” de la masse ou de l'énergie provenant d'ailleurs. C'est à dire que l'Univers est un système “ouvert”, avec un endophysiotope associé à un écoexotope de survie.

## C. Invariance d'échelle et homothétie fractale.

« Le philosophe grec ARISTOTE a défini l'objet de la physique<sup>93</sup> : c'est l'étude des corps, de leurs tendances et de leurs principes... les corps sont soumis à quatre sortes d'altérations : les altérations de leur substance (génération et corruption), de leur qualité, de leur quantité, et de leur lieu ...<sup>94</sup> » (Bianchi, 2003).

« Aristote distinguait le repos en tant qu'état, et le mouvement en tant que processus qui amène l'objet à réaliser ses possibilités. Tout processus ayant une cause, Aristote en déduisait que le mouvement nécessite l'intervention d'un moteur... : “tout ce qui se meut doit être mû par quelque chose ...<sup>95</sup> » (Bianchi, 2003).

92 Comme le “Jeu de la vie” (Delahaye, 2009).

Un automate cellulaire est un réseau de cases, ou “cellules” (les parties), qui évoluent toutes localement selon les mêmes lois spécifiques globales (constitutives de la morphogénèse du Tout et de son état final) et où l'état de chaque cellule est déterminé à chaque instant (causalité) par l'état des cellules voisines à l'état précédent (l'espace et le temps sont discontinus : ce sont des quanta).

« “S'il existe une théorie ultime, elle de nature très différente. Plutôt qu'une théorie physique, elle serait un principe dont la mise en oeuvre pourrait faire intervenir une subtilité non mécaniste.” Roger Penrose » (Horgan, 1994).

93 ARISTOTE (384-322 avant JC), physique (& physiologie), du grec *physio* : “ce qui croît” (croissance) et est engendré (reproduction).

94 Les altérations en qualité et en quantité ne sont-elles pas des “mobilisations de flux de matière et d'énergie”, “en réponse à des stimulations” ? Les altérations de la qualité, de la quantité et du lieu ne définissent-elles pas un espace-temps-action, donc une “organisation” inséparable de son contexte (“intégration”), dans lequel peut avoir lieu un “mouvement” ? « Chez Aristote, l'infini relève de la quantité, qui est soit discrète (le nombre), soit continue (la ligne, le temps, le lieu). » (Boquin & Celeyrette, 2003). C'est déjà le quantum d'espace-temps-action. Et, la gravité, la forme, sont des conséquences de la courbure de l'espace-temps (Guéron, 2009).

95 « C'est le principe philosophique selon lequel “il n'est pas d'effet sans cause”. »

La physique du mouvement “impose” l'existence d'une “flèche du temps” ... (Bianchi, 2003). L'important (la source du pouvoir et l'apanage des puissants) réside dans la mesure du temps (et l'imposition d'une contrainte temporelle : un emploi du temps) (Sesin, 2003).

L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

« Le spectre de masse du système solaire, c'est-à-dire la répartition des masses, des plus faibles aux plus fortes, s'étend au minimum sur 50 ordres de grandeur, de  $10^{p-25}$  g à  $10^{p+25}$  g. Au sein du système, la durée de vie des masses inférieures à  $10^{p-10}$  g est inférieure à 1 an. » (Collectif, 1985).

## 1. Tout est relatif... à l'écoexotope de survie, “partagé”.

HÉRACLITE, il y a 2.500 ans, parlait des rives qui reculent ou de l'eau qui avance, selon que l'on se place sur le bateau ou sur la berge. La terre n'est pas le centre du système solaire, qui n'est pas le centre de la galaxie. Non seulement pour étudier un mouvement (une action, une réaction), il faut définir arbitrairement un système de coordonnées, des repères, mais aussi l'échelle de la résolution spatiale et temporelle à laquelle on le regarde.

« Les grandeurs physiques de l'espace-temps lui-même varient en fonction de la résolution. La loi mathématique est la même partout, mais le résultat observé est relatif à l'échelle à laquelle on l'observe. C'est le cas des objets fractals qui ont pour caractéristique de présenter des structures équivalentes quelle que soit l'échelle à laquelle on les regarde. La relativité d'échelle explique qu'on puisse voir des choses différentes en fonction de la résolution. C'est l'espace-temps qui est différent selon les échelles. La résolution ne précise pas le résultat mais en change la nature ! » (Notalle, 1995).

Un noyau atomique est 100.000 fois plus petit qu'un atome. Une particule s'agit d'autant plus que le volume disponible est petit. « La taille de l'atome correspond à l'énergie la plus basse, c'est à dire un compromis entre petite taille (énergie potentielle très faible, énergie cinétique élevée) et grande taille (énergie potentielle élevée, énergie cinétique faible). » (Courty & Kierlik, 2006).

Toute structure fonctionnelle est le résultat d'un compromis permettant la stabilité, matérielle et énergétique, du niveau d'organisation considéré.

Paradoxalement, « Lorsqu'on ajoute de la matière à une étoile, dans le nouveau compromis à trouver, entre énergie potentielle et énergie cinétique de confinement, l'énergie potentielle prend le dessus et favorise l'effondrement : lorsqu'on ajoute de la masse, la taille de l'étoile diminue ! Plus l'étoile est massive, plus son diamètre est faible. » (Courty & Kierlik, 2006).

« L'une des caractéristiques des fractals, c'est non seulement d'avoir des structures à toutes les échelles mais aussi d'échanger des informations entre toutes ces échelles. Le global n'est pas une simple somme d'informations locales. Les objets existent à toutes les échelles à la fois (mais on ne les voit qu'à une seule). L'électron à son niveau d'organisation est une particule élémentaire cohérente et insécable. Mais, si l'on y regarde de plus près on s'aperçoit qu'il émet et absorbe des photons en permanence. Encore plus profondément, on voit la création de paires d'électrons-positons... Comme les fractals l'électron présente des aspects différents en fonction de l'échelle à laquelle on l'observe. » (Notalle, 1995).

L'introduction des concepts d'invariance d'échelle et d'universalité a marqué un tournant de la physique moderne et des sciences de la nature en général. Depuis lors, la nouvelle physique des lois d'échelle (ou scaling) a permis des descriptions quantitatives communes à des phénomènes aussi divers que les transitions de phases, les tremblements de terre, la conformation des polymères, le rythme cardiaque, la diffusion et la croissance d'interfaces, les séquences d'ADN ou la turbulence (Laguës & Lesne, 2003).

## 2. Tout est relatif... à l'endophysiotope, “unité et unitaire”.

« Le concept d'invariance de jauge constitue l'affirmation que les lois de la physique doivent rester invariantes par rapport à certaines transformations affectant le niveau, l'échelle ou la valeur de certaines quantités appartenant au cadre descriptif d'un système physique. L'invariance de jauge correspond au fait qu'à une infinité d'au-delà différents correspond un même en deçà. » (Rumèbe, 1989, 1991).

Les 7 caractéristiques fonctionnelles caractéristiques du vivant “vivant”, mutuellement nécessaires et suffisantes, sont la définition invariante de jauge “du niveau d'organisation” : figure 1.

« À toutes les échelles de la nature (quantique, microscopique, ordinaire, géographique, astronomique, cosmologique) les mouvements chaotiques déstabilisent les éléments individuels (position et vitesse) et stabilisent les éléments statistiques correspondants (température, pression) lesquels deviennent les éléments de base de l'échelle supérieure. Les phénomènes sont ainsi emboîtés les uns dans les autres jusqu'aux échelles astronomiques et cosmologiques où l'on utilise la notion de “centre de gravité d'un astre” et l'on étudiera les mouvements de ce centre sans être gêné par tous les courants et mouvements internes de l'astre en question. »

« Le temps de divergence des phénomènes est une fonction très rapidement croissante de l'échelle; extrêmement court à l'échelle quantique (en accord avec le caractère statistique et probabiliste de la mécanique quantique), il est habituellement de quelques secondes ou quelques minutes pour les écoulements turbulents ordinaires, de deux semaines pour la météorologie et de plusieurs millions d'années pour les mouvements planétaires du système solaire. » (Marchal, 2004).

« Henri Poincaré n'eut pas la possibilité d'ériger l'indéterminisme en principe, comme le fera plus tard Heisenberg pour la mécanique quantique. En 1910 tout cela n'était pas encore suffisamment étudié et compris. Néanmoins dans les derniers mois de sa vie il analysa la théorie des quanta et reconnut que la discontinuité des quanta était une nécessité, ainsi donc que les phénomènes probabilistes correspondants : "Donc, quelle que soit la loi du rayonnement, si l'on suppose que le rayonnement total est fini on sera conduit à une fonction présentant des discontinuités analogues à celles que donne l'hypothèse des quanta." » (Poincaré, 1954e).

« Insatisfait du caractère probabiliste de la mécanique quantique, Einstein a proclamé : "Dieu ne joue pas aux dés !" et, avec deux amis, il a proposé en 1935 le paradoxe Einstein-Podolsky-Rosen. L'idée est que la mécanique quantique ne peut pas être en même temps "complète", c'est à dire avec son expression probabiliste et statistique de la réalité sans possibilité d'amélioration déterministe, et "locale" c'est à dire sans nécessité de transmission rapide d'information à grande distance, au delà des limites imposées par la vitesse de la lumière. Pour Einstein, Podolsky et Rosen, pour qui la vitesse de la lumière est une limite absolue et le déterminisme une évidence obligatoire, la mécanique quantique doit être améliorée. Une possibilité serait l'existence, à l'intérieur de chaque particule, de "variables cachées" encore inconnues. Leurs différents états possibles expliquerait l'existence de différents mouvements possibles à partir de conditions initiales en apparence identiques. »

« Tout au contraire pour Niels Bohr et ses partisans de l'école de Copenhague, le caractère probabiliste de la mécanique quantique est fondamental et cette théorie est complète. Ils considèrent simplement que la mécanique quantique n'est pas locale ce qui pour eux n'est pas essentiel. La controverse resta sur le plan philosophique jusqu'en 1964. C'est alors que J.S. Bell découvrit une expérience où les deux opinions opposées conduisent à des résultats clairement différents. Cette expérience difficile a été réalisée par plusieurs équipes avec des résultats controversés jusqu'aux tests remarquables d'Alain Aspect en 1979 sur des distances métriques : c'est Niels Bohr qui a raison et la Physique ne peut éviter un hasard intrinsèque et un caractère statistique. L'expérience de Bell a été renouvelée en Juillet 1997 au CERN près de Genève sur des distances kilométriques. Les résultats d'Alain Aspect ont été confirmés. Notons qu'Einstein a partiellement raison : à cause du caractère probabiliste et statistique de la mécanique quantique, l'expérience de Bell ne peut servir à transmettre des informations plus rapidement que la vitesse de la lumière ...

« Ce qui est une conclusion tout à fait extraordinaire ! » (Marchal, 2004).

### 3. Tout est relatif... au "champ" d'Espace-Temps-(inter)Action (ETA).

Au niveau des particules atomiques, au sein de l'Univers, « au confluent de la cosmologie et de la physique des particules. », il existe un champ scalaire interagissant avec toutes les formes de matière et "identificateur" de tout point, et en tout point, de « l'organisme cosmique » (Kaiser, 2007). Cet Espace-Temps-Action, d'interactions, est déterminé par ce champ et déterminant pour ce champ, de même qu'un champ électrique détermine un champ magnétique et qu'un champ magnétique détermine un champ électrique (Benot, 2006).

C'est un champ morphogénétique. La matière et l'énergie y courbent l'espace et le temps (Guéron, 2009).

Dans un niveau d'organisation global i (molécule, cellule, organisme méta-cellulaire, biosphère...), tout niveau d'organisation local i-1 a une place et une seule qui détermine sa conformation d'interaction identitaire (et pas seulement pour une molécule), son identité endophysiotopique spatio-temporelle et fonctionnelle (et pas seulement pour une cellule), sa niche écoexotopique (et pas seulement pour un organisme). Tout système vivant d'un niveau d'organisation adjacent inférieur, local (atome, molécule, cellule...), accède à cette place, "qui lui est destinée", au cours de l'ontogénèse du système vivant du niveau d'organisation adjacent supérieur global (molécule, cellule, organisme...) auquel il appartient. Cette place "lui appartient temporairement" et il la cède, tôt ou tard, au plus tard à sa mort, à un autre lui-même, à la fois semblable (par son niveau d'organisation et son mode d'intégration) et différent (par son âge, son histoire, le contexte d'interaction passé, actuel et futur, entre son endophysiotope et son écoexotope) qui le remplace au sein de la même unité d'Espace-Temps-Action... un champ morphogénétique semblable : tableau 1, figure 4.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Ce niveau d'organisation global,  $i$ , “**contenant**”, est un niveau d'organisation **local** “**contenu**” dans un niveau d'organisation adjacent supérieur “plus” global  $i+1$ ,  $i+2$ , **le contenant**, et auquel il appartient. Tout niveau d'organisation local  $i-1$  est un niveau d'organisation adjacent supérieur global de niveaux d'organisation adjacent(s) inférieur(s)  $i-2$ ,  $i-3$ , qu'il contient. Les unités d'espace-temps-action s'emboîtent et se juxtaposent les unes dans les autres.

C'est l'**ergodicité** (Bricage, 2001b) : **figure 2. L'identité est relative à l'échelle d'organisation : tableau 1.**

**L'ergodicité implique à la fois l'unicité, la remplaçabilité et l'intricabilité.** Quel que soit le niveau d'organisation, tout système ne peut être décrit que globalement et relativement (Michaut, 2008) : **tableau 1b.**

Cet Espace-Temps-Action, **unitaire et unité**, est à la fois un QUANTUM, d'espace-temps-action et un QUANTUM de masse-énergie-interaction possédant les 7 caractéristiques fonctionnelles de tout niveau d'organisation du vivant “vivant” (figure 1). **Quoi qu'il soit, ce “vivant”, ...**

un soliton (Porter & al., 2009), une molécule d'ARN, une cellule sécrétrice d'insuline, un couple reproducteur d'une espèce d'un organisme méta-cellulaire à reproduction sexuée ou une biosphère appartenant à un système stellaire d'une galaxie... **est soumis à des fluctuations “quantiques”** à la fois de son écoextope (son champ morphogénétique externe d'accueil, “auquel il appartient”<sup>96</sup>, et de son endophysiotope (son champ morphogénétique interne, “ce qui fait qu'il est ce qu'il est”), et ce sont la capacité d'accueil (champ externe) et la capacité d'être accueilli (champ interne) de ces champs qui déterminent les interactions permettant au système de survivre et de se survivre.

Ce qui explique les effets d'échelle observés (**figure 3**).

C'est la façon de représenter le quantum d'Espace-Temps-Action (graviton pour la gravité, photon pour la lumière, phonon pour le son, bosons solidaires et grégaires, ou fermions s'excluant) qui détermine la structure fonctionnelle de cet Espace-Temps-Action ! « **La gravité serait une illusion, elle serait absente du monde bidimensionnel, mais se matérialiserait grâce à l'émergence de la troisième dimension. Le nombre de dimensions réelles serait une question de perspective. Les physiciens pourraient choisir de décrire la réalité en trois dimensions ou, de façon équivalente, comme obéissant à un jeu de lois différentes dans un espace bidimensionnel. Nous ne serions en aucune façon capable de déterminer quelle théorie est la bonne.** » (Maldacena, 2006).

« **Une concentration de matière ou d'énergie induit une courbure de l'espace-temps, et cette courbure dévie la trajectoire des particules exactement comme le fait un champ de gravitation. Pour que la courbure de l'espace-temps soit importante, il faut des masses très importantes ou très concentrées.** » (Maldacena, 2006).

Mais quel que soit le niveau d'organisation, il émerge toujours par la mise une place d'une ARMSADA.

## 4. Tout est relatif... à l'échelle d'observation.

**La température est à la fois un “marqueur” d'ordre à un niveau et de désordre à un autre !**

« **La chaleur est une forme d'énergie “désordonnée”..., chauffer un milieu signifie que l'on apporte à chacun des constituants de ce milieu, de l'énergie, donc de la vitesse de déplacement, mais dans toutes les directions. Une expression de ce “désordre” apporté par l'énergie calorifique est fournie par la température. Au zéro absolu il n'y a aucun mouvement. Plus l'agitation des constituants du milieu croît, plus la température est élevée. Les constituants du noyau à l'état énergétique le plus stable ne sont pas au repos. Piégé dans le volume nucléaire, chaque nucléon (proton ou neutron) d'un noyau “froid” dispose d'une énergie cinétique “propre”, et son “niveau” d'énergie totale est fixé par la somme algébrique de cette énergie cinétique et d'une énergie potentielle attractive. Les nucléons sont tous liés, mais à des niveaux de liaison différents les uns des autres. La chaleur apparaît, à l'intérieur des noyaux, sous forme d'énergie d'excitation. Une chaleur d'excitation de 10 Mev (millions d'électrons-volts) apportée aux noyaux est un cas très fréquent. Pour un noyau de cent nucléons, cette chaleur communique en moyenne à chaque nucléon une énergie thermique de 1 Mev, correspondant à une température de 10 milliards de degrés centigrades. Alors que l'agitation thermique des molécules dans un gaz est de quelques centaines de degrés centigrades. En réalité, nous sommes à une autre échelle et cette “température” pour un noyau n'est pas énorme par rapport à l'état d'agitation des nucléons dans le noyau froid.** » (Lefort, 1984).

Même à une température externe très faible, écoextope froid, la température interne, de l'endophysiotope, liée à son organisation et à son maintien, reste très élevée.

**La température est à la fois un marqueur de l'organisation interne et de l'activité externe !**

96 « **Chaque téléspectateur sait qu'il est en permanence traversé par de grandes quantités d'informations diffusées par les émetteurs locaux sous la forme d'ondes radio. Ce rayonnement lui est imperceptible jusqu'au moment où il s'équipe d'un récepteur approprié, muni d'un décodeur.** » (Menzel & al., 1989).

### III. Lois d'invariance, qualitative et quantitative, d'auto-organisation et d'émergence constructale.

Tout "dispositif" d'expression quantitative d'une réalité, biologique, physique et chimique, même inaccessible directement à l'homme, comme le métabolisme (Cheema-Dhadli & al., 1987), ou la **viabilité** ("survivre") (Hoffman & al., 2001) ou la **croissance en nombre** de ses propres cellules ("se survivre" : **re-production**) (Hong & al., 2001), ne peut être un "**modèle**" **explicatif** de cette réalité que s'il en est **une représentation quantitative la plus simple possible** et de sa plus grande complexité qualitative possible.<sup>97</sup> La difficulté principale, conceptuelle et expérimentale, est de définir **une situation témoin**, simple mais pas simpliste (Bricage, 2008a).

Aussi bien dans la vie de tous les instants, lors de la croissance (Bricage, 1980b) ou lors de la mobilisation de la matière et de l'énergie (Dussart, 1979), ou lors d'un instant particulier (**organisation temporelle**), comme lors de l'expression d'un gène rapporteur (**réaction à une stimulation**) *in vivo* (Coll & Favrot, 2002), à un endroit particulier de l'organisme (**organisation spatiale**), ou dans la mort "programmée" ou apoptose (biochem.roche.com, 2000), le modèle **graphique le plus simple possible** est la droite. Et, "toute l'intelligence" du chercheur consiste à **trouver un système de représentation linéaire, entre une cause et un effet, ou entre un "marqueur" local**, de structuration (**intégration**) ou de fonctionnement (**mobilisation de la matière et de l'énergie** ou **croissance en masse ou mouvement**), **et un phénomène global**, en changeant pour cela, d'échelle (Jones, 1991), ou de coordonnées (Anonyme, 1991). C'est ce "**changement de point vue**" qui permet de mettre, éventuellement, en évidence la distribution spatiale et temporelle des phénomènes du vivant et, **par des ruptures de linéarité** (Dufour, 2001), leurs limites : "seuil et plateau" (Kephart, 2002), "paramètre critique et transition de phase", de définir **l'espace-temps-action** du vivant, et de mettre en évidence **des "lois d'échelle"** (Bejan & Marden, 2006). C'est ainsi que KEPLER, en utilisant un changement d'échelle, a énoncé la loi de relation linéaire entre la période de rotation des planètes autour du soleil et la distance de ces planètes au soleil (Menzel & al., 1989). Ce qui a permis, ensuite, à NEWTON d'établir la théorie de la gravitation (Morrison & Morrison, 1993). Lors du changement de milieu physique, le trajet de la lumière est caractérisé par une rupture de pente qui visualise un changement de la vitesse de l'onde des particules lumineuses, c'est la loi de la réfraction de NEWTON (Bonnefoy, 1999).

Depuis, « *Les scientifiques ont renoncé à l'idée d'une vérité ultime, image exacte d'une réalité..., ils savent maintenant devoir se contenter du partiel et du provisoire.* » (François JACOB), « *Les théories scientifiques et les mythes ayant le même but - d'expliquer l'ordre du monde - fonctionnent sur le même principe : l'articulation de ce qu'on a observé sur ce qu'on a imaginé. Expliquer un phénomène c'est le considérer comme l'effet visible d'une cause cachée, liée à l'ensemble des forces invisibles qui sont censées régir le monde ...* » (Krukoff & Boitel, 1985).

L'étude de la dynamique des populations et des communautés d'êtres vivants (Bricage, 1983) a donné naissance à de nombreux modèles explicatifs "rendus linéaires" de la croissance (Chapitre 6., p. 289-370. In Frontier & al. 2004). Mais pour le vivant "vivant", la durée d'une réaction (Adams & al., 2002), ou d'un phénomène de survie (survivre), ou la durée de survie d'une organisation, n'a de signification que par rapport à la durée d'atteinte de la phase d'acquisition de la capacité de se survivre (**le temps d'atteinte de l'état adulte** ou "**temps de génération**") et la durée de son expression. Quel que soit le système vivant, l'état adulte n'apparaît qu'après une phase dite "larvaire", phase de croissance qui permet d'atteindre **une masse critique, préalable à l'émergence de la capacité de se survivre** (Bricage, 1991a).

Existe-t-il une relation "simple" entre une dimension, ou une propriété particulière, de **l'espace** (la masse, ou la forme, ou le volume, ou l'énergie ?) et une dimension, ou une propriété particulière, du **temps** (la durée maximale ou minimale de survie, le temps d'atteinte de la capacité de se survivre ?) qui permette de caractériser l'**endophysiotope** de tout système vivant (son **espace-temps-action**), **intégré dans son écoexotope** de survie, et tel que précédemment défini, indépendamment de son niveau d'organisation ?

#### 1. Les niveaux d'organisations (tableau qualitatif périodique des niveaux) : tableau 1.

L'utilisation de coordonnées avec des **échelles graduées en puissances de 10** est "banale" en physique, pour représenter les corrélations entre **la taille** (en mètres) et **la masse** (en kilogrammes), des trous noirs par exemple (Carr & Giddings, 2005), ou pour exprimer le pH.

97 principe dit du "rasoir d'Occam" (figure 3b1).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

### 1.a. QUEL QUE SOIT LE NIVEAU D'ORGANISATION CONSIDÉRÉ (loi 1 : figure 1 et tableau 1), SON EXISTENCE EST LA CONSÉQUENCE DE LA MISE EN PLACE D'UNE ARMSADA (loi 2 : figure 2 et tableau 2) ENTRE NIVEAUX D'ORGANISATION ANTÉRIEURS PRÉ-EXISTANTS.

L'étude quantitative de la force de gravitation (et des gravitons), de l'interaction forte (de la force entre les quarks, qui forment les nucléons) et de la force électromagnétique (de la force entre les charges électriques) dans les collisionneurs, impliquent l'utilisation de niveaux d'énergie qui varient de **10<sup>p-1</sup> eV** (eV = électron-volt), pour la dissociation des molécules, à **10<sup>p+30</sup> eV**. Mais, la technologie actuelle ne permet d'atteindre que **10<sup>p+13</sup> eV**, ce qui est suffisant pour la dissociation des particules électro-faibles (à **10<sup>p+11</sup> eV**) (Horgan, 1994).

Seule une échelle des **puissances de 10** (échelle logarithmique<sup>98</sup>) permet de représenter "simplement" l'étendue de ces niveaux énergétiques ... (Lemoal & Thouroude, 2005) : **figure 3a**.

### 1.b. RUPTURES DE SYMÉTRIE ET CONTINGENCE.

De nombreux phénomènes physiques, biologiques<sup>99</sup> ou statistiques, sont "modélisables" par **une courbe sigmoïde, ou logistique<sup>100</sup>** dont **les seuil et plateau indiquent les limites** remarquables. Les lois d'échelle sont souvent des lois de puissance, elles sont donc plus facilement lisibles en coordonnées log-log des puissances de 10 (Bejan & Marden, 2006) où **les ruptures de pentes indiquent les événements remarquables (figure 3b2)**.

#### 1b1. Rupture de ARMSADA et brisure de symétrie au niveau sub-atomique des particules.

Au niveau des particules, la **symétrie de parité P** selon laquelle un événement physique et son image dans un miroir doivent obéir aux mêmes lois n'est pas respectée. L'une des forces fondamentales, **l'interaction faible, ne conserve pas cette symétrie**. De même pour la **symétrie de conjugaison de charge C**, selon laquelle une particule devrait avoir les mêmes propriétés que son antiparticule, de charge opposée. Le produit de ces deux symétries, CP, n'est pas non plus conservé, il existe une brisure de la symétrie CP, lors de la désintégration de certaines particules, les mésons K. On obtient naturellement un mécanisme de brisure de la symétrie CP avec trois familles de quarks au lieu de deux.

**Ce sont les brisures de symétrie qui confèrent des propriétés nouvelles (tableau 1b).**

Elles sont à l'origine de la supraconductivité de certains matériaux.

#### 1b2. Division inégalitaire et répartition des tâches au sein du Tout : complémentarité sans antagonisme.

Lorsqu'un système symétrique mais instable, comme une cellule souche, choisit une direction plutôt qu'une autre, il brise spontanément une symétrie. La division cellulaire par mitose crée une **brisure de symétrie** entre cellules filles (Bricage, 2002b) à l'origine de la différenciation cellulaire.

## 2. Les paramètres marqueurs à tout niveau : causalité & principe de moindre action.

« *Imaginons un alignement interminable de dominos dressés verticalement les uns à côté des autres et l'onde qui se déplace le long de cette rangée au fur et à mesure que chaque domino tombe sur son successeur.*

**Quelle est la causalité ?**

*Si l'on raisonne dans l'Univers des causes efficientes de DESCARTES et de NEWTON, nous dirons que le domino N tombe à cause du domino N-1, que le domino N-1 tombe à cause du domino N-2, que le domino N-2 tombe à cause ..., ... Une manière radicalement différente de raisonner est la suivante :*

98 « La perception du son fait intervenir la sensibilité de l'oreille. Celle-ci étant différente d'un individu à un autre on a défini une grandeur de référence l'intensité sonore I, puissance reçue par unité de surface du récepteur. Le **seuil de sensibilité** de l'oreille,  $I_0$ , vaut  $10^{p-12} W.m^2$ , le **seuil de douleur**,  $I_{max}$ , vaut  $1 W.m^2$ . L'échelle est vaste, on utilise une échelle logarithmique du niveau sonore,  $L$ , en décibel dB, telle que  $L=10.\log(I/I_0)$ , pour  $I_0$ ,  $I=0$ , pour  $I_{max}$ ,  $L=120$  dB. On ne peut pas "sommer" des niveaux sonores. » (Lemoal & Thouroude, 2005).

« *L'échelle logarithmique fait de zéro et de l'infini deux êtres mathématiques totalement symétriques.* » (Busser, 2004).

Ce type d'échelle permet donc de représenter un Tout qui est à la fois plus et moins que la somme de ses parties

« Physiquement parlant, zéro n'existe pas, pas plus que l'infini d'ailleurs ! » (Busser, 2004).

99 en particulier, la dynamique des relations de croissance entre populations de prédateurs et de proies au sein d'un écosystème :  
<http://www.ecosociosystemes.fr/resistance.html> « *Survivre, c'est "manger et ne pas être mangé"* »  
[http://www.unice.fr/LEM1/Francour\\_Internet/Fichiers\\_en\\_ligne/Cours\\_2\\_Croissance\\_Predation\\_Stabilite\\_part\\_1.pdf](http://www.unice.fr/LEM1/Francour_Internet/Fichiers_en_ligne/Cours_2_Croissance_Predation_Stabilite_part_1.pdf)

100 En "géométrie transcendantale", on appelle **courbe logistique**, une courbe (dont les principales propriétés furent l'objet des recherches de **HYUGENS** et d'autres mathématiciens célèbres) telle que les abscisses sont proportionnelles aux logarithmes des ordonnées. Cette courbe (dont l'équation est  $x = k \log y$ ) fut proposée (après la découverte des logarithmes) par le jésuite Grégoire de SAINT-VINCENT (géomètre, né en 1584 à Bruges, mort en 1667), qui remplaça dans cette ville "son maître" CLAVIUS (qui appartenait aussi à l'ordre des jésuites) comme professeur de mathématiques. <http://www.ehess.fr/revue-msh/pdf/N167R893.pdf>

« *Une réforme introduite par Clavius dans les collèges tenus par les jésuites va donner une impulsion aux études des mathématiques dites mixtes, à la frontière entre mathématiques et physique, un nouvel espace... qui va devenir, avec GALILÉE, la physique mathématique.* » (Blay, 2001).

“Pourquoi ces dominos ont-ils été disposés de la sorte ?”

*Là nous sortons de l'Univers du domino immédiatement voisin, et pour essayer de comprendre la situation d'ensemble, nous cherchons une cause dans un Univers supérieur à celui de la rangée de dominos. Bref, nous cherchons un principe universel. Ici, “ce n'est plus le point d'impact qui rentre en considération, mais c'est l'espace-temps dans sa totalité”. Chez DESCARTES (et NEWTON), l'Univers dans son ensemble est la somme algébrique d'objets et de forces élémentaires locaux. Chez FERMAT et LEIBNIZ<sup>101</sup>, “chaque événement local est le résultat d'une action de l'ensemble de l'Univers sur lui-même”. » (Bonnefoy, 1999) : tableau 1b.*

« Qu'est-ce qu'une loi physique ? Qu'est-ce qu'un principe universel ?

*Une description par une formule mathématique d'un phénomène physique n'est pas l'explication physique de ce phénomène. La preuve en est qu'en utilisant la même formule, la loi des sinus, HUYGENS et NEWTON donnent deux descriptions de la vitesse de la lumière incompatibles. Le point de vue de NEWTON est qu'il faut se contenter de décrire les phénomènes sans en chercher les causes. » (Bonnefoy, 1999).*

« Toutefois, les lois physiques sont, dans le monde physique, des phénomènes qui obéissent à certaines lois, puisque rien n'arrive dans et Univers sans qu'il en existe une cause ... » (Bonnefoy, 1999).

Comme pour tout système vivant “vivant”, c'est la loi systémique constructale (figure 4) :

« L'une des caractéristiques de l'Univers est qu'il agit sur lui-même et se transforme en permanence. »

« LEIBNIZ cherchait avant tout à rendre compte de cette autotransformation permanente. » (Bonnefoy, 1999). “L'Univers crée le proton qui crée l'Univers !” : La cause est effet et l'effet est cause (Bricage, 2006c, 2007).

« L'Univers agit de manière permanente sur lui-même. Le temps a lui-même une existence physique dans cet Univers. Le temps n'est pas une donnée première, l'action le précède ontologiquement. » (Bonnefoy, 1999).

Quel que soit le sous-niveau d'organisation, considéré localement dans un Univers fonctionnant globalement, il est une unité d'espace-temps-action, **formé** par la juxtaposition et l'emboîtement de niveaux d'organisation inférieurs **et formant** un module unitaire de niveaux d'organisation supérieurs. C'est l'ergodicité (Bricage, 2001b). Quel que soit le niveau d'organisation, considéré de l'extérieur (comme un endophysiotope) ou considéré de l'intérieur (comme un écoexotope d'accueil), il possède une capacité d'accueil et une capacité d'être accueilli (Bricage, 2000a, 2001a, 2002a, 2003, 2005a) et une structure “fractale” interne, qualitative (obéissant à une même loi locale d'émergence, par la mise en place d'une ARMSADA : tableau 2) et une structure “exponentielle” externe, quantitative (obéissant à une même loi globale d'ontogénèse<sup>102</sup> : **figure 3**) représentative du **fondement même de l'élan vital** : **tableau 1b**.

### 3. Les prédictions, qualitatives et quantitatives, du modèle.

« Le point zéro, dans le temps comme dans l'espace, n'existe pas. Il y a bien une taille et un temps minimaux de l'Univers, mais s'ils sont finis, ils sont aussi inaccessibles. De même pour la taille maximale et le caractère fini ou non de l'Univers. » (Nottale, 1995).

« Tout ce qui existe - et donc aussi les vivants - participe du local et du global. » (Nottale, 1995).

L'espace-temps-action d'un niveau d'organisation est toujours entier pour lui, il n'est qu'un et il ne fait qu'un avec son écoexotope. Mais **tous ses sous-systèmes sont fractals**, et il n'est lui-même qu'une **fraction fractale** d'un système de niveau d'organisation supérieure. De même qu'il existe une allométrie différentielle de l'organe par rapport à l'organisme qui le contient, il existe une allométrie différentielle de tout niveau d'organisation *i* par rapport à la fois aux niveaux *i-1*, *i-2* ..., qu'il contient, et par rapport aux niveaux *i+1*, *i+2* ..., dans lesquels il est contenu (**figure 2**).

#### 3.a. ÉMERGENCE de nouveaux niveaux d'organisation : SUPRAGRESSION.

POUR QU'UN NOUVEAU NIVEAU D'ORGANISATION APPARISSE IL FAUT QU'APPARISSE UNE NOUVELLE CAPACITÉ D'ACCUEIL, LE NOUVEAU NIVEAU D'ORGANISATION ÉMERGE PAR LA MISE EN PLACE D'UNE NOUVELLE CAPACITÉ D'ÊTRE ACCUEILLI EN ADÉQUATION AVEC CETTE NOUVELLE CAPACITÉ D'ACCUEIL.

#### 3.b. RÉTROGRESSION et rupture de ARMSADA.

« Quand le noyau d'un atome est heurté par un neutron, il a de fortes chances de se scinder (c'est la fission), ce qui libère de l'énergie et plusieurs autres neutrons. » (Hannum & al., 2006).

La fission est une régression du niveau atomique au niveau particulaire, sub-atomique.

Cette régression permet la multiplication (végétative) des entités du niveau inférieur (sub-atomique).

101 Gottfried W. LEIBNIZ (1646-1716).

102 Ernst HAECKEL (1834-1919) : « “L'ontogénie est une courte récapitulation de la phylogénie ...” » (Fischer, 2001).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Ce qui est le préalable à la (re-)production des entités du niveau d'organisation supérieur adjacent associé (les atomes). « *Les produits de fission, un mélange d'éléments plus légers créés lorsque les atomes lourds se cassent, le césium 137 et le strontium 90 dans le cas de l'uranium, sont les véritables déchets de la réaction de fission.* » (Hannum & al., 2006).

Cette fission est la conséquence d'une activation de l'uranium 235, en uranium 238 ou en plutonium 239.

Cette réponse à une stimulation est une brisure de symétrie.

### 3.c. RÉTROGRESSION et SUPRAGRESSION : des événements complémentaires.

**Tout dépend du contexte d'intégration.** « *À température ambiante, les atomes filent en tous sens à des vitesses moyennes de quelques centaines de mètres par seconde... piégés et refroidis à des températures de quelques millionièmes de degré au-dessus du zéro absolu, ils se déplacent à des vitesses de quelques centimètres par seconde.* » (Franke-Arnold & Arnold, 2009).

La lumière est **à la fois** onde<sup>103</sup> et corpuscule, comme un lichen est **à la fois** algue et champignon (Bricage, 1998) ou comme une cellule est **à la fois** bactéries et virus (Bricage, 2005c). « *La lumière agit mécaniquement sur les atomes. Sa force de diffusion résulte de la collision des photons avec les atomes. La quantité de mouvement de chaque photon est minuscule, mais l'action d'un très grand nombre de photons peut conduire à des accélérations de l'atome plus de 10.000 fois supérieures à celle de la pesanteur. La fréquence requise dépend de l'espèce atomique.* » (Franke-Arnold & Arnold, 2009).

La lumière est **à la fois** matière et énergie, comme un lichen est **à la fois** producteur de matière et consommateur d'énergie (lors de la production photosynthétique par l'algue) et, inversement, **à la fois** producteur d'énergie et consommateur de matière (lors de la consommation respiratoire du champignon, et de l'algue). Par sa force de diffusion et par sa force dipolaire (Franke-Arnold & Arnold, 2009), elle est **à la fois** champ de forces (par sa pression de radiation) et champ d'interactions. « *La force dipolaire est due à l'interaction du champ électrique de la lumière avec les charges électriques de l'atome. La lumière peut porter un moment cinétique. Ce moment cinétique peut se transférer de la lumière à la matière.* » (Franke-Arnold & Arnold, 2009).

Quel que soit le niveau d'organisation, tout système, tout **sous-système**, tout **“sur-système”**, chacun est, et tous sont, à la fois espace-temps-action ET matière-énergie-champ.

Quelle que soit l'échelle d'observation d'un système vivant (Greene, 2005b), quelle que soit sa forme (Lehoucq, 2004), quel que soit son mode de fonctionnement (Greene, 2005a), quelle que soit sa théorie explicative (Luminet, 2005), il est toujours **une unité** (Heisenberg, 1993) **d'espace-temps-action** (Hawking & Penrose, 2003), **un champ** de matière et d'énergie (Guéron, 2009), où l'espace crée le temps (Bricage, 2005e), et réciproquement, “simultanément” ? (figure 3c).

### 3d. Convergence.

On peut parler de convergence quand, dans la même situation, face aux mêmes contraintes de l'écoexotope ou/et de l'endophysiotope, se mettent en place, **en réponse à ces contraintes**, des formes, des comportements ou des événements de même nature, comme la mise en place d'une ARMSADA. Ainsi, **indépendamment de l'échelle**, la cinétique des changements d'énergie potentielle, la façon de franchir la barrière d'énergie, est de même nature, de même allure, aussi bien pour une réaction enzymatique (formation et dissociation du complexe enzyme-substrat) au niveau moléculaire (Lehninger, 1972), que pour une réaction de fission nucléaire (Michaudon, 1982), au niveau subatomique.

## 4. discussion des prédictions du modèle.

### Qu'est-ce que la vie ? (Schrödinger, 1993).

La vie obéit aux lois de la physique (Feynman, 1999) et de la chimie, “elle les suit” ... même si ces lois, en apparence, **dépendent de l'échelle d'observation** (Klein, 2004) !

Mais la biologie, c'est aussi **plus et moins à la fois** (Hawking, 1999) que de la physique et de la chimie. Plus et moins, puisque c'est **l'émergence** de nouveaux niveaux d'organisation du vivant (figure 2) qui fait apparaître de nouvelles lois physiques “dépendantes de l'échelle” ! Plus et moins, puisque chaque nouvelle entité qui apparaît résulte de la juxtaposition et de l'emboîtement d'entités pré-existantes plus anciennes qui **à la fois disparaissent et survivent et se survivent** dans les nouvelles entités, **en changeant d'échelle d'espace-temps-action ou de matière-énergie-champ**.

103 Une **onde électromagnétique** se propage (sauf dans les métaux) avec une vitesse proche de celle de la lumière c. Cette propagation sans transport de matière mais avec transport d'énergie **entre un émetteur et un récepteur** est définie par la longueur d'onde (**dimension spatiale**, en m, x) ou/et la fréquence (**dimension temporelle**, en nombre de vibrations par s, f) de l'onde. De même que la masse est indissociable de l'énergie ( $E=mc^2$ ), **l'espace est indissociable du temps, comme dans tout système vivant** (Bricage, 2005e), **l'un définit l'autre et réciproquement** ( $x=c/f$ ).

Mais, quelle que soit l'échelle d'observation, il existe des lois biologiques, qualitatives et quantitatives, **homothétiques, invariantes** : la loi qualitative de la périodicité organisationnelle (tableau 1), et la loi quantitative de l'interrelation entre l'espace et le temps (figure 3).

#### 4a. Les CARACTÉRISTIQUES QUALITATIVES DU VIVANT "VIVANT" : l'invariance de jauge.

Tous les constituants "vivants" de la matière, quel que soit le niveau d'organisation, sont "appariés"<sup>104</sup> : à toute type d'entité correspond au moins une anti-entité ayant des propriétés opposées, antagonistes.

##### 4a1. L'organisation est inséparable de l'intégration.

On observe une **répétition spatiale des types d'organisation**, comme "une onde" qui parcourt, dans le temps de l'Univers, les espace-temps-action du vivant au cours de leur évolution du niveau PICOscopique au niveau MÉGAscopique (tableau 1). Le vivant, à **tous ses niveaux d'organisation**, comme au niveau NANOscoopique (atomique) est "**onde et corpuscule**", "matière et énergie". Ces différents niveaux d'organisation, **états d'équilibres temporaires locaux**, au sein d'une **organisation globale, unité, en croissance**, obéissent à la même loi d'émergence (tableaux 1 & 2) et à la même loi de gouvernance de leur croissance et de leur reproduction (figure 3).

##### 4a2. La forme, le volume et les flux de matière et d'énergie.

« *La masse d'un objet n'est pas celle que l'on croît. Au sein d'un fluide..., pour déterminer la masse effective d'un objet il faut prendre en compte ses interactions avec son environnement... Ce qui est relativement aisément pour une bulle dans l'eau... mais délicat pour un électron interagissant avec son propre champ électromagnétique : l'interaction modifie sa masse en lui ajoutant une quantité infinie !* » (Courty & Kierlik, 2005). **La masse, la forme et le mouvement, ou l'énergie de l'espace-temps-action d'un endophysiotope sont liés aux interactions avec son écoextope, et réciproquement.** Masse, forme, mouvements, énergie, champ d'action ne sont donc pas des paramètres invariants d'une écophase. Mais, la taille ou le volume maximal(e), et le temps de génération peuvent être des paramètres invariants d'un cycle de développement (Dussart, 1979).

Pour tout système vivant, quel que soit son niveau d'organisation, tant que la croissance n'est pas terminée, l'âge adulte n'est PAS atteint. L'âge adulte est défini par l'acquisition de la capacité de reproduction. L'acquisition de cette capacité de reproduction (étape qualitative du développement ou **écophase**) est corrélative de l'atteinte d'un **seuil** (étape quantitative) de croissance ("une masse critique") (Dussart, 1979).

Quelles pourraient être les causes des erreurs d'estimation de la distance et donc du volume (figure 3) ?

« *Les galaxies spirales sont des systèmes plats. Un tel système est instable mais il peut être rendu stable (ce que l'on observe puisqu'il existe un grand nombre de galaxies spirales dans l'Univers) par l'existence autour du disque d'un halo massif, approximativement sphérique. On a observé que certaines radiogalaxies et certains quasars sont entourés d'une enveloppe géante d'hydrogène ionisé... les galaxies sont des systèmes beaucoup plus grands que l'on ne pense...* » (Aloïn, 2004). **Les volumes à l'échelle télescopique sont sous-estimés.**

Le décalage vers le rouge, des objets stellaires en mouvement, n'est-il associé qu'à la vitesse d'éloignement ? Est-il un bon marqueur de la distance ? Permet-il une mesure fiable de l'espace ?

« *La force dipolaire de la lumière n'échauffe pas les atomes. Lors de l'interaction du champ électrique de la lumière avec les charges électriques des atomes, si la fréquence lumineuse est légèrement inférieure à la fréquence de résonance atomique, les atomes sont attirés vers les régions de forte intensité lumineuse... la lumière est "désaccordée vers le rouge", décalée vers l'extrémité rouge du spectre. Inversement, l'augmentation de la fréquence, ou désaccord vers le bleu, induit une répulsion des atomes vers les zones obscures.* » (Franke-Arnold & Arnold, 2009). **Les erreurs sur le mouvement sont des erreurs sur le temps et/ou l'espace.**

#### 4b. Les PARAMÈTRES QUANTITATIFS du vivant "vivant".

Chez l'homme, comme chez toutes les entités vivantes à sexes séparés, l'individu possédant les 7 caractéristiques fonctionnelles du vivant "vivant" (figure1) c'est le couple reproducteur (figure 1c).

##### 4b1. Durée de survie et acquisition de la CAPACITÉ de SE SURVIVRE : TEMPS de génération.

Quelle que soit cette forme de vie elle passe toujours au cours de son cycle de développement, par au moins 4 écophases (Dussart, 1979) : la naissance, puis une étape de croissance et de maintenance (d'affirmation de son existence !), préalable à l'acquisition de la capacité de reproduction (Bricage, 1986b, 1991a), et enfin la dissémination de sa forme de vie (Trédoulat, 1994).

104 Ce qui fait qu'un diagramme de Feynman, "explicatif" de leurs interactions est aussi la représentation d'un processus agoantagoniste.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Toute forme de vie hérite à sa naissance d'un "potentiel de survie" caractérisable par une durée maximale de survie. Cette durée maximale de survie dépend du type de forme de vie, mais pas de son niveau d'organisation : des formes de vie de même niveau d'organisation peuvent avoir des durées de survie très différentes<sup>105</sup>, des formes de vie de niveaux d'organisation différents peuvent avoir des durées de survie comparables (figure 3a).

La "durée de survie" n'est donc PAS un bon marqueur du niveau d'organisation.

Le "temps de génération", durée d'atteinte de la maturité sexuelle [http://en.wikipedia.org/wiki/Sexual\\_maturity](http://en.wikipedia.org/wiki/Sexual_maturity), est toujours plus court que le temps maximal de survie. Et pour qu'il y ait reproduction **il faut que le temps minimal de survie soit au moins égal au temps de génération**. D'un niveau d'organisation au suivant il existe **une rupture d'échelle** à la fois dans l'espace et dans le temps. Ainsi, en situation optimale de survie, une bactérie peut se diviser au bout de 20 minutes, une amibe libre ne peut se diviser qu'au bout de 3 heures, ce qui est mille fois plus rapide que pour une cellule intégrée au sein d'un organisme (Collectif, 2007).

La durée de survie d'une cellule stellaire dépend de la masse de son (ses) étoile(s), lieu(x) de stockage de matière et d'énergie disponibles pour la survie. Tout se passe comme si les étoiles jouaient le rôle de vacuoles de réserve (comme dans les cellules d'un tissu végétal) ou de vacuoles digestives (comme dans les cellules animales). Certaines étoiles "meurent" bien avant (en moins de 10 millions d'années) que leur cellule (leur système stellaire avec ses formes de vie) ait pu acquérir la capacité de se survivre. L'élément énergétique le plus lointain (c'est-à-dire le plus âgé) actuellement observé dans l'Univers est le rayonnement lumineux, provenant de l'explosion d'une étoile en fin de vie, à 13 milliards d'années lumière de la Terre. C'est la durée minimale de survie de l'Univers tel que nous le connaissons.

Cet événement eut lieu 640 millions d'années après le big bang.<sup>106</sup> C'est la durée de survie du premier système stellaire où la vie a pu se développer, survivre et se survivre. **La croissance ne dure toujours qu'un temps !**

« **Les galaxies elliptiques, les plus massives (mille milliards de fois la masse du soleil), sont aujourd'hui peuplées de vieilles étoiles rouges et froides. La formation des étoiles y fut particulièrement efficace au début de leur existence, puis s'est arrêtée faute de réserve. Les galaxies contiennent des étoiles de faible masse, dont le temps de vie dépasse dix milliards d'années.** » (Rocca-Volmerange & Guiderdoni, 1990).

Le temps "moyen" entre 2 rencontres entre étoiles (cellules stellaires) proches est voisin de **100 milliards d'années** (Meylan & Verbunt, 1989). Est-ce la durée minimale de survie de l'Univers ? L'âge estimé de l'Univers actuel (niveau supérieur d'organisation adjacent à celui d'une galaxie, elle-même niveau supérieur d'organisation adjacent à celui d'une cellule stellaire), 15 milliards d'années, fait qu'il est comparativement très jeune. En expansion, il n'a donc "probablement" **pas terminé sa croissance** et, *a fortiori*, il n'a **pas acquis sa maturité sexuelle**, sa capacité de se survivre. Ce qui peut expliquer le décalage vers la gauche des cases correspondant aux niveaux télescopiques vers des temps inférieurs, de plusieurs ordres de grandeur, à ceux qui correspondraient à une loi linéaire.

« **L'accélération de l'expansion de l'Univers a diminué durant les 2,5 derniers milliards d'années, au point de s'inverser récemment.** » (Ribeau-Gésippe, 2009a). Est-ce la fin de sa phase de croissance ? Non ! Elle aurait même repris, « **l'énergie sombre de l'Univers "alimentant" son expansion, alors que la gravité la freine** » (Börner, 2009).

### 4b2. Complétude et incomplétude du modèle :

... "remplissons les cases vides" et "re-plaçons les cases mal-placées".

#### - les préons ?

« **Les quarks, particules constitutives des neutrons et des protons, seraient composées d'objets plus élémentaires, les "préons".** » (Hansson & Sandin, 2005). Où placer les préons dans le modèle (figure 3, tableau 1) ?

« **Leur énergie, supposée très élevée, est hors de portée des accélérateurs de particules. Les préons seraient présents sous forme d'agrégats ultradenses associés par deux et ils émettraient des ondes gravitationnelles détectables.** » (Sandin & Hansson, 2007). Les préons sont-ils des "super-cordes" ?

#### - les dimensions de Planck ? (variables selon les auteurs)

« **Les estimations de la densité de Planck étaient sans doute trop élevées.** » (Carr & Giddings, 2005).

On obtient une meilleure linéarité en échangeant les valeurs du temps et de l'espace à l'origine (figure 3c).

Tout se passe-t-il **comme si le temps crée l'espace**, et réciproquement **comme si l'espace crée le temps**, comme dans tout système vivant, **l'espace et le temps sont indissociables** (Bricage, 2005e) !

105 « **6 mois de vie de feuille = 80 ans de vie humaine.** » (Ferrara, 1984). Tout est relatif ... et contingent ! (Gould, 2001).

La **durée de survie** d'une feuille (1 saison) est équivalente à celle d'un homme ! Et un arbre peut survivre plusieurs siècles, voire plusieurs millénaires. Ce qui correspond à des dizaines de générations humaines (le **temps de génération** de l'homme est inférieur à 25 ans).

106 [http://www.maxisciences.com/%e9toile/l-element-le-plus-lointain-de-l-univers-a-ete-observe\\_art1828.html](http://www.maxisciences.com/%e9toile/l-element-le-plus-lointain-de-l-univers-a-ete-observe_art1828.html)

- dimensions et échelle(s) ?

« Un point d'une image numérique (un pixel) n'est pas seulement la donnée de ses deux coordonnées, mais aussi celle de sa couleur, qui nécessite la connaissance de trois paramètres (liés à la décomposition de la lumière selon les trois couleurs primaires). La luminosité du pixel constitue un paramètre supplémentaire. Si l'on a affaire à une image animée, l'instant du pixel en ajoute encore un autre. » (Rittaud, 2009). De même, un électron (ou un quark) n'est pas seulement la donnée des coordonnées de son espace-temps, une molécule n'est pas seulement la donnée des coordonnées de son espace-temps-action, a fortiori une cellule ou un organisme..., ils possèdent des règles qualitatives et quantitatives de fonctionnement, des « dimensions » supplémentaires. Les êtres apparus (ou à apparaître) dans les « champs » du vivant « vivant », du picoscopique au télescopique, sont en nombres « infinis » et occupent des échelles d'espace et de temps « infinies ». Peut-on leur appliquer des règles dimensionnelles simples ?

« L'espace-temps serait une mosaïque d'espace-temps à l'échelle de 10<sup>-35</sup>m. » (Bojowald, 2009).

« Lorsqu'on passe en dimension infinie,... dans ces espaces, il n'y a pas de sens à vouloir parler de « distance » entre deux points. Pour remédier au problème, on peut restreindre l'espace à certaines de ses parties sur lesquelles cette notion a un sens. La dimension... ne prend sens que lorsque les ensembles considérés sont munis de structures additionnelles. » (Rittaud, 2009). **Le temps et l'espace sont indissociables !**

C'est ce qui explique les ruptures d'échelle observées entre les mondes picoscopiques, nanoscopiques, microscopiques..., non pas en termes de dimensions externes mais de dimensions de leurs constituants internes, chaque nouveau niveau d'organisation (loi 1 : figure 1) naissant par emboîtements et juxtapositions de niveaux préexistants. C'est la règle « additionnelle » « émergentielle » (loi 2 : figure 2). Mais, elle n'est pas une règle d'additivité, car, le Tout est toujours à la fois PLUS ET MOINS que la somme de ses parties, même si LE Tout est « déterminé » (loi 3 : figure 3).

Quel que soit le niveau d'observation et d'organisation, quand la taille (1D) d'un objet (3D) est multipliée par 2, le volume de son endophysiotope est multiplié par 8, mais sa surface de contact/d'échange(s) entre son endophysiotope et son écoexotope n'est multipliée que par 4. Tous les phénomènes de survie sont des phénomènes de surface (2D). Pour tout niveau d'organisation, il existe toujours un volume maximal viable, **une limite**, à ne pas dépasser (figure 3d3).

S'il y a une limite volumique à la croissance, il y a forcément une limite temporelle à la maintenance et à la survie.

« La quantité de chaleur produite par le corps est proportionnelle à son volume, et celle qu'il peut évacuer est proportionnelle à sa surface. Or à mesure qu'un corps grandit, le rapport de son volume à sa surface augmente..., proportionnel au rayon, il est d'autant plus grand que le rayon est grand.

Ceci fournit un élément simple d'explication à l'apparition des organismes multicellulaires. Pour effectuer des tâches de plus en plus nombreuses et complexes, la cellule a besoin d'être de plus en plus grosse. Or la quantité de tâches qu'elle peut accomplir (ainsi que de déchets qu'elle peut éliminer) est proportionnelle à sa surface extérieure, limitant ainsi ses possibilités de croissance à une certaine taille. » (Rittaud, 2009).

N'en est-il pas de même pour un atome, une biosphère ou une galaxie ? À tout niveau émergent, l'existence de limites d'action implique des limites d'espace (volume et forme) et de temps (temps de génération) et réciproquement.

- « L'Univers lui-même ne fonctionne-t-il pas comme un organisme ? » : figure 3, b2 & d3.

« Le courant électrique correspond à l'écoulement d'un liquide formé d'électrons se déplaçant librement. Cet écoulement est visqueux et se manifeste par un échauffement du fil conducteur lors du passage du courant. La supraconductivité est le phénomène de disparition de toute résistance électrique dans certains métaux et alliages portés à très basse température. Lorsque le métal devient supraconducteur cette viscosité disparaît, l'écoulement du fluide électronique se fait sans dissipation d'énergie. Un courant électrique lancé dans un circuit fermé supra conducteur s'y maintient indéfiniment. » (Bok, 1988).

« À - 269° C ou 4 kelvins, température de l'hélium liquide, la supraconductivité résulte de la formation de paires d'électrons et de la condensation de toutes les paires du métal dans un même état quantique. Cet état contient 10<sup>-6</sup> paires par 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>.<sup>107</sup> La formation de paires d'électrons est **paradoxalement**. Elle exige une énergie d'interaction attractive entre électrons qui l'emporte sur la répulsion coulombienne. » (Bok, 1988).

La température globale du fonds de l'Univers est inférieure à 4 degrés kelvin. Ceci fait qu'il est « **constructalement** » une unité supraconductrice dans laquelle toute information de nature électrique circule, entre ses constituants, à la vitesse de la lumière, sans perte, dans toutes les directions et indéfiniment (à notre échelle).

107 soit un espace moyen de 10<sup>-28</sup> m<sup>3</sup> par électron.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Pour un "observateur" extérieur (voire intérieur ?), l'organisme universel ne pourrait-il pas être "caractérisé" par son potentiel (électrostatique) de repos, comme une cellule est caractérisable par sa différence de potentiel de repos (mesurée à l'interface entre endophysiotope et écoextotope, indicatrice du fait qu'elle est vivante), et, par son potentiel (électrodynamique) d'action, comme celui qui se propage à la surface d'une cellule lorsqu'elle répond à une stimulation ?

Ceci n'est pas le cas pour le son. « *L'agitation des quanta de son, ou phonons, augmente avec la température. Ces phonons diffusent les électrons et introduisent une résistance au passage du courant électrique qui ne disparaît qu'au zéro absolu, à - 273 °C.* » (Bok, 1988).

« *L'espace-temps agit sur lui-même et sur son évolution.* » (Bojowald, 2009).

C'est la LOI SYSTÉMIQUE CONSTRUCTALE caractéristique de tout système vivant "vivant" (Bricage, 2007b).

### 4c. "épistémologie et sérendipité"...

« *Les physiciens ont coutume de distinguer parmi eux les théoriciens et les expérimentateurs. De l'analyse du processus de découverte, il ressort que ces deux types sont strictement indispensables, l'un comme l'autre, et d'autre part, très souvent, c'est une observation inattendue qui déclenche la découverte. Dans de nombreux cas l'observation décisive a été faite par hasard :*

« *On cherche une chose et c'est une autre, toute différente que l'on trouve.* »

La supraconductivité... pour tous les physiciens, le phénomène fut une surprise totale; on ne le comprenait pas. Il restera incompris pendant 45 ans. La découverte des quasi-cristaux... à l'origine un diagramme de diffraction d'électrons avec des taches fines et nettes comme celles d'un cristal. Mais la figure avait un axe de symétrie d'ordre 5. C'était un choc pour tout cristallographe car une telle symétrie est incompatible avec tout réseau cristallographique... Les physiciens avaient à leur disposition des résultats mathématiques que les cristallographes ignoraient, parce qu'ils n'en avaient pas eu besoin. » (Guinier, 1990).

« *Le processus de découverte en science, n'est rationnel qu'a posteriori. Il résulte en général d'un bricolage collectif, chaotique à l'occasion, produit par des chercheurs associés ou rivaux, les uns forgeant des hypothèses viables mais partielles, les autres avançant des idées fausses mais comportant un détail fécond.* » (Klein, 2004).

« *C'est l'interprétation progressionniste du développement des faunes et des flores, selon laquelle les créations successives seraient caractérisées par une progression dans l'organisation des êtres vivants, qui a contribué à faire émerger le sens de l'histoire, chez les géologues. Élie de Beaumont considérait que les soulèvements successifs des différents systèmes de chaînes de montagnes avaient contribué à l'organisation (à la morphogénèse) progressive de la structure du globe.* » (Gohau, 2003).

« *En 1934, Irène et Frédéric Joliot découvraient la radioactivité artificielle. Une mince feuille d'aluminium était irradiée par des rayons alpha et un détecteur enregistrait les particules émises par l'échantillon sous irradiation. Mais, à sa surprise, F. Joliot observa que l'émission continuait quand on supprimait l'irradiation : l'aluminium se comportait alors comme un élément radioactif. Cette observation inattendue était le résultat d'une expérience très simple, faite par un homme seul, en quelques jours de travail, et à un prix infime. En 1983, les bosons intermédiaires ont été trouvés. Ces particules avaient été prévues par les théoriciens et leurs caractéristiques avaient été calculées a priori : le but de l'expérience était la confirmation de ces prédictions. Pour arriver à ce résultat, la plus grosse machine du CERN a été utilisée, une machine construite en plusieurs années au prix de milliards de dollars. L'article annonçant la découverte était signé par plus de cent auteurs. On observait ce qui se passe quand un proton entre en collision avec un antiproton. Parmi tous ces événements, seul un très petit nombre est susceptible de prouver l'existence des particules que l'on cherche. Les événements inutiles sont éliminés par des ordinateurs programmés à cet effet. Dans l'expérience, seulement sept événements ont été retenus, sur un total de un million. Ne pourrions-nous pas rêver que dans tous les événements rejetés, il s'en trouve un, correspondant à un phénomène tout à fait inattendu, qui aurait pu ouvrir une nouvelle voie dans la physique des particules ?* » (Guinier, 1990).

## 5. LOI DE CROISSANCE et de MATURATION.

« *En une fraction de seconde (de notre temps) après le big bang, la taille de l'Univers a été multipliée par un facteur 10<sup>p+26</sup>.* » (Bojowald, 2009). La structure spatiale et temporelle de l'Univers observable actuellement, à son échelle, "ressemble" à une mousse. Pour nous, la durée de survie des mousses à notre échelle est très courte (Vignes-Adler & Graner, 2002). Tout est relatif ... « *De mémoire de rose on n'a jamais vu mourir un jardinier ...* » d'ALEMBERT.

La représentation graphique de la variation de la brillance de surface relative d'un amas d'étoiles en fonction de la distance au centre de l'amas (profil en brillance), en coordonnées logarithmiques (Meylan & Verbunt, 1989), n'est linéaire que pour les amas "adultes" (comme NGC 2019, du Grand Nuage de Magellan<sup>108</sup>). Pour les amas "jeunes", en condensation (comme NGC 1978), tout se passe comme si il existe un seuil de changement d'écophase, de "rupture" structurale et fonctionnelle, précédant la phase linéaire.

La loi de croissance exponentielle  $\log(10p+3Y) = K \cdot \log(10p+X)$  (figure 3) mise en évidence entre l'espace (volume 3D "occupé" en fin de croissance du stade juvénile, au moment de l'acquisition de la capacité de reproduction) et le temps (temps d'atteinte de l'état adulte reproducteur ou temps de génération X) est analogue à celle mise en évidence avec certaines configurations du Jeu de la Vie (Delahaye, 2009). Tout se passe comme si un système "immense" (10p+40 individus à la génération 10p+23, dans le cas du Jeu de la Vie, 10p+3x(35+26) "quanta" pour les échelles dimensionnelles dans le cas de l'Univers) se mettait en place à partir de 2 minuscules entités initiales "analogues" à 2 gamètes (l'échelle est, de l'ordre de 10p+1 dans le cas du Jeu de la Vie, de l'ordre de 10p-35 dans le cas de l'Univers). Tout se passe comme si l'Univers "fonctionnait" comme "un automate cellulaire" ... sur une durée de 10p3x(43+18) s.

Les systèmes "physico-chimico-bio-logiques" en sont des configurations stables (Delahaye, 2009), qui apparaissent et disparaissent "périodiquement", qui se déplacent, qui vivent et meurent, quel que soit leur niveau d'organisation, dans "une trame" d'espace-temps-action<sup>109</sup>, en expansion provisoire (Clifton & Ferreira, 2009).<sup>110</sup>

108 « Le grand nuage de Magellan est une mini-galaxie, située à 160.000 années-lumière de la Terre, qui contient 10 milliards d'étoiles. » (Ridpath & Brunier, 1987).

109 "trame" d'espace-temps-action, de métrique suivante (figure 3), afin d'utiliser une échelle linéaire de puissances de 10 (Delerue, 2004a), pour représenter, un phénomène s'étendant en progression géométrique de zéro à l'infini (Busser, 2004) : pour l'échelle des temps (tg), en seconde s (10pX) :

1 min = 60 s (100=10<sup>2</sup> ou 10p+2 niveau +2 de l'échelle des puissances de 10), 1h = 60 min = 3.600 s (1000=10<sup>3</sup> ou 10p+3 niveau +3 de cette même échelle), 1j = 24 h = 86.400 s (100.000=10<sup>5</sup> niveau +5), 1 mois = 30 j = 2.592.000 s (3.10<sup>6</sup> niveau +6), 1 an = 365 j = 31.536.000 s = (3.10<sup>7</sup> niveau +7), 1 siècle (niveau +9), 1000 ans (niveau +10), 1 million d'années (niveau X = +13), 1 milliard d'années (niveau +16), 4,5 milliards d'années (niveau +17), 30 milliards d'années (niveau +18)

1s (niveau 0, 10<sup>0</sup>=1), 1 milli-seconde (0,001=10<sup>-3</sup> ou 10p-3 niveau -3), 1 micro-seconde (10p-6 niveau -6), 1 milliardième de seconde (niveau -9), temps de Planck  $t_p = 5,39 \cdot 10^{p-44}$  s (ou 1,38 10p-43 selon les auteurs, niveau X = -43). Ce temps est celui qu'il faudrait à 1 photon dans le vide pour parcourir une distance égale à la longueur de Planck. Comme celle-ci est la plus petite longueur "mesurable" et la vitesse de la lumière la plus grande vitesse possible, le temps de Planck est la plus petite mesure temporelle "ayant une signification physique" [http://fr.wikipedia.org/wiki/Temps\\_de\\_Planck](http://fr.wikipedia.org/wiki/Temps_de_Planck). Toutes les mesures de temps, "quelle que soit l'échelle", peuvent donc être rapportées au temps de Planck sur une métrique à plus de 60 ordres de grandeur (de -44 ou -43 à +18).

pour l'échelle des distances (1D) en mètre m et des volumes (3D) (Va) en m<sup>3</sup> (10p3Y) :

1D : 1m (niveau 0, 10<sup>0</sup>=1), 1 km (1000=10<sup>3</sup> ou 10p+3 niveau +3), 1000 km (10p+6 niveau +6), c = 3.10<sup>5</sup> km/s, distance (1D) correspondant à 1 "seconde-Lumière" 1 sL = 3.10<sup>8</sup> m (niveau +8 de l'échelle des puissances de 10), distance correspondant à 1 "Année-Lumière" 1AL = 3.10<sup>8</sup> x 3.10<sup>7</sup> m = 10<sup>16</sup> m (niveau +16),

1 milli-mètre (0,001=10<sup>-3</sup> ou 10p-3 niveau -3), 1 micro-mètre (10p-6 niveau -6), 1 pico-mètre (niveau -12), niveau -19 limite des instruments actuels, longueur de Planck  $l_p = 1,62 \cdot 10^{p-35}$  m (niveau Y = -35). La longueur de Planck est la longueur minimale, "mesurable" (mais pas mesurée ! et la valeur dépend des auteurs...), à partir de laquelle la force de gravité présente des effets quantiques. C'est le diamètre minimal d'une corde quantique. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Longueur\\_de\\_Planck](http://fr.wikipedia.org/wiki/Longueur_de_Planck)

3D : 1m<sup>3</sup> (niveau 0 de l'échelle des puissances de 1000, 10<sup>0</sup>=1), 1 dm<sup>3</sup> (niveau -1), 1 cm<sup>3</sup> (niveau -2), 1 mm<sup>3</sup> (niveau -3), 1 micron-cube (niveau -6), 1 km<sup>3</sup> (niveau +3), volume "cube" 3D correspondant à 1ALx1ALx1AL = 10p+48 m<sup>3</sup> (niveau +16), cube d'1 milliard d'AL (niveau Y = +25). De même, toutes les mesures d'espace, quelle que soit l'échelle considérée, peuvent donc être rapportée à la longueur de Planck sur une métrique à plus de 60 ordres de grandeur en 1D (de -35 à +26 ou 27), et de plus de 180 ordres de grandeur en 3D (-3x35 à +3x26 ou 27).

Dans ce système d'unités de Planck, la constante de Planck  $h=6,6 \cdot 10^{p-34}$  J.s, utilisée pour décrire "la taille" des quanta, relie l'énergie d'un photon à sa fréquence, elle possède les dimensions d'une énergie multipliée par un temps, il est possible de l'écrire sous la forme d'une quantité de mouvement associée à une longueur, avec les mêmes unités que le moment angulaire. La grandeur associée est le quantum d'action. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Constante\\_de\\_Planck](http://fr.wikipedia.org/wiki/Constante_de_Planck). L'ère de Planck est l'écophase de l'Univers où il est nécessaire de faire appel à la gravitation quantique pour décrire son histoire ontogénétique.

110 « L'Homme, non pas centre statique du Monde, comme il s'est cru longtemps; mais axe et flèche de l'Évolution... »

(Le Phénomène humain, 1965, p. 24) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_Teilhard\\_de\\_Chardin](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre_Teilhard_de_Chardin)

« Lorsque, en tous domaines, une chose vraiment neuve commence à poindre autour de nous, nous ne la distinguons pas... Rétrospectivement, les choses nous paraissent surgir toutes faites. » (Ibid, p. 114) : figure 4, tableau 1.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Et, il y a "obligatoirement" d'abord expansion, puisque la croissance est toujours la première écophase active de tout cycle de développement, **avant l'acquisition de la capacité de reproduction**.

Exprimons toutes les dimensions en fonction de celles de **l'échelle du quantum de Planck (D= 10p-35 m et t= 10p-43 s)**, pour obtenir une relation linéaire "presque parfaite" **il faut "inverser les valeurs du temps et de l'espace" à l'origine** : D= 10p-43 m et t= 10p-35 s). Tout se passe alors comme si, à l'origine, l'espace devenait le temps et le temps devenait l'espace. Ce qui n'est pas en contradiction avec le fait qu'avant **10p-33 s** la matière n'existe pas et qu'avant **10p-43 s** ni l'espace ni le temps n'existaient (Loeb, 2007). « **Dès que les échelles de distance et de durée sont très petites, ce qui est le cas à l'instant zéro, les notions d'espace et de temps perdent leur sens.** » (Landon & al., 1997). La théorie de la gravitation quantique à boucles imagine, à l'origine, **une symétrie miroir**, dans laquelle l'intérieur devient l'extérieur et réciproquement (Bojowald, 2009). Dans les systèmes vivants, **l'espace crée le temps** (Bricage, 2005e) et ensuite se structure dans la durée, en **un espace-temps-action indissociable** (Bricage, 2005d).

### - ... "phylotagmotaphologie"

« **Observer dans l'espace, c'est observer dans le temps. Lorsque nous regardons un objet céleste quelconque, ce n'est jamais son "maintenant" que nous voyons, mais toujours son "avant".** » (figure 3, tableau 1).

« **Qu'y avait-il avant que la lumière de ces étoiles nous parvienne ?**

**Les télescopes sont des instruments à plonger dans le passé.** » (Brunier, 2005).

Nous pouvons remonter à l'origine, des objets macroscopiques et télescopiques, mais nous ne verrons jamais leur présent. À l'inverse, lorsque nous regardons la structure actuelle d'un objet cellulaire, ce n'est jamais son origine que nous voyons mais ce qu'il est advenu de lui au fil du temps. Nous voyons "son futur", son passé évolutif ayant disparu, puisque lorsque qu'une ARMSADA se met en place, à l'issue d'une réponse de survie à une agression, par supragression, seule l'association survit, les partenaires libres disparaissent !

**Les microscopes sont des instruments à plonger dans le futur (la descendance) d'entités qui ont disparu.**

**Les ordinateurs sont des instruments à plonger dans l'espace-temps-action.** Grâce à la modélisation, ils permettent de voyager dans l'espace et dans le temps (Porter & al., 2009), en "simulant" l'action (Bricage, 1997).

La loi de croissance exponentielle<sup>111</sup>  $\log(10p+3Y) = K \cdot \log(10p+X)$  indique que **la structure de l'Univers est fractale**<sup>112</sup> à toutes les échelles dimensionnelles.<sup>113</sup> En effet, en divisant un objet en **N copies** "égales à lui-même", nous avons la relation générale  $1 = N \cdot L^D$ , où **L** est la longueur d'une division et **D** la dimension fractale. Ceci peut s'écrire aussi  $\log 1 = \log(N \cdot L^D)$  ou  $\log N = -D \cdot \log L$ , dans ce cas tout se passe comme si la division s'effectuait dans le temps avec **des copies emboîtées dans l'espace**, la dimension fractale de l'Univers est alors  $D = -K$ , ou  $\log L = (-1/D) \cdot \log N$ , et dans ce cas alors tout se passe comme si la division s'effectuait en volumes, dans un espace à 3 dimensions spatiales, avec **des copies emboîtées dans le temps**, et la dimension fractale de l'Univers est donc  $D = -(1/K)$ . Les deux situations ne sont pas mutuellement exclusives, LA "réalité" globale est **À LA FOIS l'une et l'autre ET ni l'une, ni l'autre !**

On peut donc à la fois parler de **loi fracta-quantique** (Dubois, 2002) et d'**entéléchie** (Servan-Schreiber, 2007) pour décrire ce « **processus d'individuation** » de l'Univers (tableau 1b), **système** hétérogène (Clifton & Ferreira, 2009), comme tout système vivant (Bricage, 2002b). Nous avons maintenant les lois de l'auto-organisation de l'Univers (Kauffman, 1993). Arriver à une compréhension du fonctionnement d'un Tout, à 25% près (figure 3), à partir de la connaissance de seulement 1% de son état passé, c'est "merveilleux" ... Ce d'autant plus que notre connaissance de l'Univers est basée sur moins de 5% de sa matière constitutive, 21% correspondant à de la matière noire inconnue et 74% à de l'énergie sombre inconnue (Börner, 2009). La masse, la matière, est-elle une propriété émergente (Guéron, 2009) ?

**Quelle est la valeur de la dimension fractale de l'Univers ? (figure 3)**

111 « **phénomène dans lequel le taux de variation de y par rapport à x est proportionnel à y, tel que  $f(xy) = f(x) + f(y)$**  » (Verley, 2005).

Tout se passe comme si le volume d'un nouveau niveau d'organisation augmente exponentiellement en fonction des volumes des niveaux d'organisation **qui l'ont précédé et qu'il contient** par juxtapositions et emboîtements. C'est l'effet d'échelle observé.  
(Par définition, la fonction logarithmique est aussi la primitive de la fonction hyperbolique  $y=k/x$ , où  $xy=k$ )

112 « **Une fractale est une courbe qui reste semblable à elle-même quel que soit le grossissement sous lequel on la regarde** » (Nordon, 2006b). Au niveau moléculaire, une dimension fractale est souvent l'inverse de l'exposant d'une loi de puissance (Thys, 2009) : figure 3d1.

113 Finalement toutes ces **puissances de 10** sont "banales" aussi bien en biologie qu'en physique : il y a "normalement" **10p+10** bactéries dans la cavité buccale humaine, **10p+12** bactéries à la surface du corps humain, qui est formé de **10p+13** cellules (dont **10p+11** neurones pour le cerveau), et **10p+14** bactéries "habitent" l'intérieur et l'extérieur du corps humain, à peu de choses près autant que le nombre de fourmis (2.10p+14) qui habitent la biosphère terrestre. Le corps humain est formé d'environ **10p+28** atomes, ce qui est moins que le nombre de bactéries (**10p+30**) qui habitent la biosphère terrestre. La plus petite valeur positive non nulle utilisable en simple précision par les calculateurs, **1.4.10p-45**, est "voisine" de la constante temporelle de Planck. [http://en.wikipedia.org/wiki/Orders\\_of\\_magnitude\\_\(numbers\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Orders_of_magnitude_(numbers))

## Conclusions

« *Notre vision du monde est fortement biaisée par les propriétés de notre oeil et par les propriétés de notre cerveau. L'image est plus impérative que l'écriture, elle impose la signification d'un coup...* » (Audouze, 1999), mais sans l'expliquer... (Serres & Farouki, 1999).

- Qu'est-ce-que la matière ? Qu'est-ce que la forme ? : Les lois de l'auto-organisation de l'Univers.

« *La matérialité a des limites. ARISTOTE le dit expressément, à propos du sarkos, de la chair, dont "le volume est borné, en grand et en petit". THOMAS d'AQUIN le revêt de la notion de "forme substantielle" propre à chaque corps naturel... la quantitas, le volume, n'est que l'un des accidents de cette forme; elle ne peut être que bornée in majus et in minus, supérieurement et inférieurement... Tout corps procède des deux principes métaphysiques que sont la matière et la forme. L'extension des corps est due à leur matière; leurs qualités, activités et propriétés sont le fait de la forme. Une substance particulière est toujours le produit de ces deux principes.* » (Guillerme & Vérin, 2005). Les caractéristiques fonctionnelles sont le fait de leur action.

La matière obéit donc à des lois : - la loi qualitative "d'invariance de jauge" (paragraphe I.1., figure 1) et

- la loi quantitative "d'espace-temps-action" (paragraphe III., figure 3).

« *NEWTON déclare en 1721 : "Dieu, au commencement des choses, a formé la matière en particules solides, massives, dures, impénétrables, mobiles." Sa cosmogonie veut "qu'elles ne s'usent ni se brisent jamais", étant les sujets à jamais persistants de séparations et d'associations dont l'interminable jeu assure la durée de la nature. Rudjer BOSCOVICH, jésuite croate, dans sa "Theoria philosophiae naturalis" de 1763, suppose la matière universellement composée de "points séparés, parfaitement indivisibles, non étendus".* » (Guillerme & Vérin, 2005).

La "Nature" obéit donc à au moins une loi (qualitative et quantitative) de structuration en associations (paragraphe I.3., figure 2, tableau 2) par juxtapositions et emboîtements, la loi d'ergodicité ... (Bricage, 2001b).

“**Chacun & tous sont dans Tout. Tout est dans Tout. Tout est dans tous & chacun.**“ ou

“**l'unité est dans la diversité et la diversité est dans l'unité**“ (Bricage, 2000c).

“**Tout est lié et re-lié. Tout est cause et effet.**“ (Bricage, 2002a & b, 2007b) : figure 3, tableau 1.

Quel que soit le niveau d'organisation (et d'intégration), du **picoscopique** au **mégascopique**, tout niveau est défini par **seulement 2 lois constitutives qualitatives locales** :

- 1 même loi de structuration fonctionnelle locale

Les mêmes **7 caractéristiques qualitatives** d'"invariance de jauge", "degrés de liberté" invariants, mutuellement nécessaires et suffisants (figure 1), permettent de survivre et de se survivre, dans la semi-autonomie locale (principe de rétro-action du local sur le local et du local sur le global), et dans la dépendance globale. C'est la loi systémique **constructale**, "non-linéaire" (Bricage, 2007a & b) : figure 4.

- 1 même loi d'émergence constitutive de proche en proche

Tout niveau est formé, "par itération" (Bricage, 2002b), par la juxtaposition et l'emboîtement de modules de **niveaux pré-existants, qui forment une ARMSADA** (tableau 1), "le local créé le global". Tout futur endophysiotope de niveau *i+1* est créé par juxtapositions et emboîtements d'endophysiopies de niveau *i*, et l'écoexotope des niveaux *i*, anciens, conservés dans le niveau *i+1*, est l'endophysiotope du nouveau niveau *i+1* (Bricage, 2001b, 2005a).

Ce qui implique que la survie et la reproduction, localement, imposent aux partenaires une rétrogression : **principes de rétro-action du local sur le global et de rétro-action du global sur le local** (loi systémique **constructale**), "**le Tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties**" et "le global crée le local."

Et, tous les niveaux obéissent à **1 unique loi constitutive quantitative globale** :

- 1 même loi de causalité ontogénique : la loi exponentielle (figure 3b), voire double exponentielle (**figure 3d2**), constitutive des échelles, et des **sauts d'échelle**, des "espace-temps-actions" "imbriqués, intriqués et hiérarchisés".

Ce qui implique que la survie et la reproduction du Tout, globalement, imposent aux partenaires, à tous et à chacun, une **semi-autonomie** : le Tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties. Leur croissance et leur développement ne sont **durables** que parce qu'ils sont **soutenables et soutenus** par tous les partenaires (Bricage, 2000d, 2005b), à tous les niveaux d'organisation (principe de rétroaction du global sur le global).

Chaque nouveau niveau d'organisation est **une métamorphose et une anamorphose<sup>114</sup>** car...

114 « Le "bon point de vue" est *situé en un point fixe*, "endroit le plus propice pour voir le tableau". » Leonardo Da VINCI.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

« Si l'oeil de celui qui voit n'est pas placé au point déterminé<sup>115</sup> il apparaît tout autre chose que ce qui est. Mais, regardé ensuite du bon point de vue le sujet se révèle. » Daniel BARBARO Pratica della perspettiva 1559.

L'humanité<sup>116</sup> est-elle capable d'orienter “glocalement” l'évolution de son écoexotope ?

Peut-elle être l'acteur **clé-de-vôûte** du “champ” de “sa biosphère”, tant domestique que sauvage (Bricage, 2009b & d) ? Les survies réciproques des écosystèmes domestiques et sauvages sont indissociables (Bricage, 2009c).

La trame commune d'espace-temps-action-d'accueil des **systèmes** “physico-chimico-bio-logiques”, ce “contenant”, est “**constructalement**” “vivant”, il doit donc posséder les mêmes capacités d'espace-temps-action que les systèmes qu'elle/il contient, puisqu'elle/il est au moins la somme de ses parties, et, **d'autres propriétés** “émergentes”, si elle/il est plus que la somme de ses parties. Comme tout système vivant, il/elle est à la fois, plus et moins, que la somme de ses parties, et possède **une capacité d'accueil** et exprime **une capacité d'être accueilli**.

« Il est d'une souveraine importance que le monde extérieur soit quelque chose d'indépendant de l'homme, quelque chose d'absolu. » Max PLANCK.

« Le savant n'étudie pas la nature parce que c'est utile, il l'étudie parce qu'il y prend plaisir et il y prend plaisir parce qu'elle est belle... Si la nature n'était pas belle elle ne vaudrait pas la peine d'être connue, la vie ne vaudrait pas la peine d'être vécue. » (Henri POINCARÉ Science et méthode, 1908).

“Le sage est celui qui connaît ses limites.”<sup>117</sup>

La science ne prouve pas, elle éprouve... « **Une proposition scientifique ne peut jamais être prouvée définitivement.** »<sup>118</sup> « **Chaque cas est particulier et chaque reconstruction dépend des techniques utilisées. Je n'ai ni raison, ni tort, à partir du moment où je respecte les données scientifiques.** » (Steyer & Bénéteau, 2009).

La “science” appartient donc à **un continuum d'espace-temps-action, un “champ morphogénétique”**.

### - “Collecter, comprendre, continuer, coopérer”... Créer.

**vers - 579** À l'époque de PYTHAGORE<sup>119</sup>, on “croyait” déjà que 2 grandeurs étaient toujours commensurables (Lehning, 2005a), c'est-à-dire multiples d'une même longueur. Ce qui est effectivement le cas, puisque, quel que soit le niveau d'organisation du vivant, il est toujours **formé par juxtapositions et emboîtements de niveaux pré-existants**.

- 469 Naissance de SOCRATE.

- 429 Naissance de PLATON<sup>120</sup> « **La science est fille de l'étonnement.** » (Mondzain-Baudinet, 2004).

- 399 Décès de SOCRATE ... par suicide “imposé” ...

**vers - 239** Naissance de DIOCLES<sup>121</sup>, mathématicien qui a découvert et démontré la propriété focale de la parabole et qui a étudié les coniques (Delaunay, 2005), près de **deux mille ans avant PASCAL** .

C'est le point d'anamorphose. (VINCI, MERSENNE, DESCARTES, DESARGUES)

115 « Si l'oeil de celui qui voit n'est pas placé au point déterminé il apparaît tout autre chose que ce qui est. Mais, regardé ensuite du bon point de vue le sujet se révèle selon l'intention du peintre. » (Mondzain-Baudinet, 2004).

116 « **L'Homo faber a multiplié depuis des temps immémoriaux les moyens d'agir en annexant au service de ses facultés naturelles des instruments matériels... L'ensemble des procédés et des outils à l'aide desquels l'Homo sapiens ne cesse d'accroître sa puissance et de modifier la situation de son espèce dans l'Univers est l'un des éléments significatifs de sa nature ...** » (Costabel, 2005),

**significatif de sa nature, mais pas nécessairement de sa réussite..** de sa survie dans le temps (Bricage, 2009c & d) !

117 “**Connaissons donc notre portée. Nous sommes quelque chose et ne sommes pas tout. Ce que nous avons d'être nous dérobe la connaissance des premiers principes qui naissent du néant, et le peu que nous avons d'être nous cache la vue de l'infini.**” Blaise PASCAL (1623-1662) Pensées.

118 « **La science dit-elle la vérité ? Non, répond Karl R. POPPER. Le propre des théories scientifiques n'est pas de dire la vérité, mais au contraire, de pouvoir se tromper. Une proposition scientifique ne peut jamais être prouvée définitivement. Alors qu'un discours métaphysique ou idéologique est toujours “irréfutable” (c'est-à-dire “improuvables” !). On ne peut jamais affirmer qu'une théorie est vraie. Elle résiste simplement plus ou moins bien aux tests qui lui sont soumis. La science ne prouve pas, elle éprouve.** » La logique de la découverte scientifique (1934). (Maurel & Dortier, 2001b).

119 Le nom de Pythagore ou Pyth-agore, étymologiquement « **celui qui a été annoncé par la Pythie** », découle de l'annonce de sa naissance faite à son père lors d'un voyage à Delphes.

120 PLATON, disciple de SOCRATE, **fondateur de l'Académie** d'Athènes, fût le professeur d'**ARISTOTE**, philosophe (logicien & moraliste), scientifique (physicien et naturaliste) et métaphysicien, **fondateur du Lycée** (école de pensée hors d'Athènes), qui fut le tuteur d'Alexandre Le Grand.

121 Son nom est associé à la courbe géométrique appelé **Cissoïde de Dioclès**. Proclus fait référence à cette courbe dans ses commentaires sur Euclide et elle est attribuée à Dioclès par Geminus dès le début du 1er siècle. Des fragments d'un travail de Dioclès intitulé Sur des miroirs brûlants furent préservés par Eutocius dans ses commentaires de Sur la sphère et sur le cylindre d'Archimède. L'un des fragments contient la solution, utilisant les sections coniques, pour résoudre le problème de couper une sphère en deux avec un plan où le rapport des deux volumes obtenus est donné. La résolution de ce problème équivaut à celle de certaines équations du troisième degré

**vers - 129** La méthode décrite par NEWTON pour extraire les racines carrées est l'**algorithme**<sup>122</sup> qu'**HÉRON d'Alexandrie**<sup>123</sup> employait pour les trouver... près de **deux millénaires avant lui...** (Lehning, 2005b).

**79** Décès de **PLINE L'ANCIEN**<sup>124</sup> naturaliste romain, auteur d'une **encyclopédie** intitulée *Histoire naturelle*.

**vers 119** Naissance de **LUCIEN DE SAMOSATE**<sup>125</sup>, satiriste et rhéteur d'Asie mineure, célèbre pour ses sarcasmes, mais aussi pour ses *Histoires extraordinaires*, rien moins que vraisemblables...

Près de **2 millénaires avant JULES VERNE**, son *Histoire où le personnage voyage sur la Lune* est parfois considérée comme une des premières œuvres de science-fiction, même si c'est plus un conte facétieux et qu'il n'y a aucune référence scientifique, elle influença *Les États et empires de la Lune* de **CYRANO DE BERGERAC**, et le *Micromégas* de **VOLTAIRE**.

**909** **BERNON** fonde le monastère bénédictin de Cluny (Descamps, 2002).

**989** Observation en Chine du passage de la comète de Halley (Asimov, 1985).

**1349** Décès de **Guillaume d'OCCAM**.

**1509** Invention de la montre, "instrument de mesure du temps", par **Peter HENLE**, de Nuremberg.

Naissance de **Jean CALVIN**, réformateur religieux et humaniste français.

**FRA LUCA PACIOLI** décrit l'équation du beau dans De Divina Proportione et introduit "le nombre d'or".<sup>126</sup>

**1519** Décès de **LEONARD DE VINCI**.

**1529** **ÉRASME** publie De l'éducation libérale des enfants. « **Le milieu de l'homme c'est la culture.** » (Margolin, 2004). Louis BERQUIN, traducteur d'**ÉRASME**, est brûlé en place de Grève pour hérésie.<sup>127</sup>

Soliman le Magnifique met le siège devant Vienne.

**1619** **KEPLER**<sup>128</sup> publie sa troisième loi (Menzel & al., 1989), **loi trouvée empiriquement à partir des observations**, et qui énonce **la relation entre l'échelle temporelle**, la durée de révolution (ou période, T), **et l'échelle spatiale**, la dimension de la trajectoire parcourue (identifiée par a, le demi grand-axe de l'ellipse) d'une planète en mouvement (mouvement Képlérien) autour de son étoile (Morando, 2005):  $a^3=kT^2$ . « **Cette simple relation entre la période orbitale d'une planète et la distance du soleil devait permettre de calculer l'échelle du système solaire.** » (Ridpath & Brunier, 1987). "Pour permettre à ceux qui ne connaissent pas l'algèbre de compter", Johan Rudolff Von GRAFFENRIED publie un livre d'arithmétique "pratique" (Schärlig, 2008).

**1639** Gérard DESARGUES, ingénieur et architecte, publie un essai sur les coniques "Projet d'une atteinte des événements des rencontres du cône avec un plan.", qui "inspirera" Blaise PASCAL (Russo, 2004).

**1669** Isaac BARROW, professeur de mathématiques de Newton, édite ses Lectiones Opticae et Geometricae. Nils STENSEN décrit **la loi de constance** des angles des surfaces planes des cristaux (Roucan, 1975).

**1679** Décès de Thomas HOBBES.

**122 749** naissance, dans l'actuel Ouzbékistan, de Muhammad Ibn Musa **AL KHWARIZMI**, auteur du premier traité reconnu d'**algèbre** (Al jabr) et dont le nom a donné le mot **algorithme** (Busser, 2005a).

**123** Également appelé **HÉRON L'ANCIEN**, il fut un des grands mécaniciens de l'Antiquité. Créateur d'automates mus par l'eau, il s'intéressa également à la vapeur et à l'air comprimé. Connu pour les machineries décrites dans son *Traité des pneumatiques*, on lui doit un projet de machine destinée à ouvrir automatiquement les portes d'un temple. [http://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9ron\\_d%27Alexandrie](http://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9ron_d%27Alexandrie)

**124** De ses ouvrages un seul est arrivé jusqu'à nous, son *Histoire naturelle*. Il commence par y exposer des notions sur **le monde, la terre, le soleil, les planètes, et les propriétés remarquables des éléments**. De là il passe à la description géographique des parties de la terre connues des anciens. Après la géographie vient ce que nous appellerions l'histoire naturelle, à savoir, **l'histoire des animaux terrestres, des poissons, des insectes et des oiseaux**. La partie botanique qui suit est très considérable, d'autant plus que Pline introduit beaucoup de renseignements sur les arts, tels que la fabrication du vin et de l'huile, la culture des céréales, et différentes applications industrielles. La partie botanique terminée, il revient sur les animaux pour énumérer les remèdes qu'ils fournissent ; enfin il passe aux substances minérales, et là (une des parties les plus intéressantes de son livre) il fait à la fois l'histoire des procédés d'extraction de ces substances, et celle de la peinture et de la sculpture chez les anciens.

**125** Né à Samosate, en Syrie, mort à Athènes, **LUCIEN** (env. 120-180) fut un de ces conférenciers itinérants, formés à la philosophie et à la rhétorique, qu'on appelait sophistes. Sculpteur puis avocat, il voyagea dans tout l'Empire romain. On lui attribue plus de 80 œuvres. Il inventa la forme du dialogue humoristique, entre le dialogue philosophique et la comédie. Ses œuvres les plus connues sont *Dialogues des dieux* et *Dialogues des morts*. Cette dernière œuvre inspira Les Héros de roman de BOILEAU et les Dialogues des morts, à vocation plus morale, de FÉNELON. Il a écrit nombre de dialogues pour ironiser, en un style proche des cyniques, contre les philosophes. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Lucien\\_de\\_Samosate](http://fr.wikipedia.org/wiki/Lucien_de_Samosate)

**126** Le nombre d'or ( $x=1,618$ ) est solution de l'équation  $x^2-x-1=0$  (Lehning, 2005c).

**127** "On a souvent tort par la façon que l'on a d'avoir raison." Madame Necker.

En 1615, KEPLER devra combattre la même sorte d'obscurantisme lorsque sa mère sera accusée de sorcellerie à l'âge de 68 ans.

**128** KEPLER, "le musicien du ciel" ..., « **À la recherche d'un modèle harmonieux de l'Univers**, Kepler conduit "naturellement" une étude scientifique des bases théoriques de la musique ... Les règles de l'harmonie lui permettent d'énoncer sa troisième loi. » (Zalmanski, 2002).

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

- 1699 John WOODWARD met en évidence "scientifiquement" que la croissance d'une plante augmente **proportionnellement** à la masse de nutriments dont elle dispose (Nabors, 2009). "Survivre c'est manger, pour croître."
- 1729 Leonhard EULER généralise la notion de factorielle et invente la fonction Gamma (Hauchecorne, 2007).
- 1749 Robert SIMSON édite son "Traité d'Appolonius" (Livre des lieux plans).
- Parution du texte d'une théorie de la formation de la terre, intitulée "Protogaea", élaborée vers 1689 par **LEIBNIZ**.  
**EULER** montre que tout nombre non nul a une infinité de logarithmes possibles.
- 1759 **EULER**, qui est à l'origine de **la théorie quantique des champs** (Ramis, 2009), voit passer la comète prévue par **HALLEY**, et dont il a précédemment calculé la trajectoire à partir des équations de **NEWTON**, grâce à son introduction du calcul en astronomie et en mécanique (Nowak, 2009).
- HERSCHEL**, "inventeur des galaxies", encore musicien<sup>129</sup>, compose ses "oeuvres galantes".
- Plus de 200 ans après sa mort, levée de l'interdiction du livre de Nicolas **COPERNIC** (chanoine, médecin et astronome, 1473-1543) De Revolutionibus Orbium Caelestium (De la révolution des corps célestes), publié après sa mort.
- 1779 Jean Le Rond D'ALEMBERT publie l'Encyclopédie méthodique, forme finale du Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, paru en 35 fascicules, de 1752 à 1777, et créé avec DIDEROT (Busser, 2005b).
- 1829 Décès de Niels ABEL (Octavia, 2006).
- Dans "Über ein neues Grundgesetz der Mechanik", **GAUSS** énonce le principe de la moindre contrainte.
- 1839 **GAUSS** définit le potentiel électromagnétique.
- Décès de Friedrich MOHS à qui l'on doit l'établissement de **l'échelle de référence** de la dureté (résistance des corps à la rayure), dite échelle de dureté de Mohs,
- 1859 100 ans après, c'est la publication par **DARWIN** de son livre "L'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie.", livre « **qui fonde la théorie moderne de l'évolution des espèces et propose une nouvelle explication de la diversité du monde vivant, et donc de l'homme et de ses origines, même si l'espèce humaine n'y est pas mentionnée.** » (Carton, 2009).
- Décès de Friedrich Heinrich Alexander Von **HUMBOLDT**. « **Fortement influencée par MAUPERTUIS, DIDEROT, d'ALEMBERT, BUFFON et CONDORCET, sa théorie de l'Univers**<sup>130</sup> **est celle des encyclopédistes**<sup>131</sup> : conception unitaire du "Grand Tout" évoluant et se transformant dans l'histoire **selon des lois que l'homme peut découvrir par un travail méthodique**, croyance en l'origine commune de l'homme, foi au progrès, indifférence envers la religion. » (Minguet, 2004).
- 1869 **MENDELEÏEV** présente son **tableau de la classification périodique des éléments chimiques**<sup>132</sup>.
- Jules VERNE dans Vingt mille lieues sous les mers décrit le sous-marin, mû par l'électricité, et la richesse du fond des mers, où personne n'était encore jamais allé ! (Margenau & Bergamini, 1966).
- 1889 Étudiant la croissance des cellules cancéreuses tumorales, Stephen PAGET construit son hypothèse, "la graine et le terreau"<sup>133</sup>, selon laquelle, « **comme on peut apprendre à contrôler les mauvaises herbes en contrôlant la nature du sol, "on peut apprendre à contrôler, à rendre non-invasives, les cellules cancéreuses en supprimant ce qui les nourrit (les promoteurs) et en fournissant en abondance ce qui les empêche de grandir (les antipromoteurs).** » (Servan-Schreiber, 2007).
- 1899 David HILBERT, avec Grundlagen der Geometrie, fonde la géométrie euclidienne.
- 1909 Albert EINSTEIN étudie les rayons X et les situations d'interactions rayonnement matière...,
- 
- 129 William HERSCHEL(1738-1822), né **Friedrich Wilhelm Herschel**, fut à la fois compositeur et astronome. Initialement, allemand et musicien, à partir de 1759 il compose ses œuvres "galantes", puis il devient astronome et anglais... Après avoir découvert la planète Uranus en 1781, en 1789 il construit un télescope de 12 m de long et de 1,22 m d'ouverture qui lui permet d'observer les satellites Mimas et Encelade de Saturne. [http://fr.wikipedia.org/wiki/William\\_Herschel](http://fr.wikipedia.org/wiki/William_Herschel)
- C'est lui qui utilisa le terme de **galaxie** pour désigner un ensemble de systèmes stellaires liés (Ridpath & Brunier, 1987).
- 130 « **Dans son Cosmos. Essai d'une description physique du monde., dont le dernier volume sera posthume, HUMBOLDT présente un tableau d'ensemble de tout ce qui existe... un bilan des acquis de la science de son temps.** » (Minguet, 2004).
- « **Fondateur de la théorie magmatisme du volcanisme, en nommant endogènes les roches éruptives et exogènes les roches sédimentaires, il crée deux concepts fondamentaux de la géologie dynamique... il démontre les similitudes géologiques entre les Amériques, l'Europe et l'Asie...** » (Minguet, 2004), point de départ de la théorie de WEGENER de la dérive des continents.
- 131 encyclopédie : "enchaînement de connaissances", du grec cyclo : cycle, "qui fait le tour de tout" ce qui est connu à un moment donné.
- 132 « **La nécessité d'une classification, premier pas vers l'élaboration d'une théorie regroupant sous une seule idée maîtresse la diversité observée... ayant mis en évidence la répétition régulière des propriétés des éléments classés de cette façon** » (Bimbot, 2005).
- 133 C'est **la notion d'intégration** ! Tout endophysiotope (la graine) est inséparable de son écoexotope de survie ("le terreau"). Le phénotype, l'écophysiotope, est la **résultante des interactions entre endophysiotope et écoexotope** (Bricage, 2002a, b & c). Survivre c'est d'abord manger ! (figure 3d3).

et, il « *qualifie de "monstrueuse" son hypothèse de 1905 concernant le quantum de lumière (Lichtquant).* » (Soler, 2001).

1929 Début du développement de la théorie quantique relativiste des champs, par HEISENBERG et PAULI.<sup>134</sup> Louis-Victor de BROGLIE reçoit le prix Nobel de physique pour avoir trouvé “un compromis” entre l'aspect corpusculaire et l'aspect ondulatoire de la lumière (Durandea & al., 2002).

Paul DIRAC postule l'existence de l'antimatière (Deloche, 2001).

1939 Pierre TEILHARD de CHARDIN propose une phénoménologie de l'évolution humaine.

70 ans après Jules VERNE, Isaac ASIMOV écrit sa première nouvelle de science fiction *Marooned off Vesta*, dans Amazing Stories. René DUBOS découvre le premier antibiotique.

« ... Comment on parvient, à force de raisonnement et en tirant profit des données d'autres types de recherches, à saisir ce qui pouvait sembler à jamais incompréhensible. Cette possibilité ... de réussir à comprendre, c'est-à-dire à expliquer, à élaborer des modèles, à décrire en termes satisfaisant la raison, à construire des raisonnements qui trouvent leurs preuves dans des phénomènes parfois prévus puis vérifiés, à détecter puis arranger des éléments qui donnent une unité à un ensemble ... C'est ce qui permet à l'homme de ne pas être un fétu emporté par les vents ou une créature à la merci de faits naturels incompréhensibles. »<sup>135</sup>

« Peu importe si l'on est jamais certain d'avoir le dernier mot sur un sujet. En fait, il est certain qu'on ne peut jamais écrire le dernier mot sur quoi que ce soit. Mais ce qui compte est l'attitude mentale, la confiance en soi et la confiance dans les forces de l'homme. » Mario Rigutti (1978) *In Cento miliardi di stelle* (Collectif, 1985).

« La théorie de WEGENER, la dérive des continents, fut ridiculisée publiquement et taxée de haute fantaisie. Il dut s'expatrier ! Mais aujourd'hui, l'hypothèse est devenue un fait dont plus aucun ne peut douter. » (Kraft, 1978). Des milliers de preuves se sont accumulées et elle est enseignée au lycée ...

- *Comme le vivant, la science progresse par juxtaposition et emboîtements de concepts pré-existants.*

1979 Création du langage de programmation Ada.<sup>136</sup>

Walter AVAREZ découvre une mince strate géologique, âgée de 65 millions d'années, renfermant 25 fois plus d'iridium que les strates supérieures ou inférieures, et indiquant que l'extinction des Dinosaures résulte de la percussion de la terre par une météorite (Asimov, 1985).

2009 Mises en orbite du satellite Planck<sup>137</sup>, qui va observer “les vestiges” des tous premiers rayons de lumière de l'Univers âgé de 380.000 ans, et du satellite Herschel, dont la température (grâce à un cryostat d'hélium superfluide à -270,5 °C) égale à celle de l'Univers actuel, “36.000 fois plus vieux”, va lui permettre d'observer dans l'infrarouge lointain la formation des systèmes stellaires.<sup>138</sup>

2029 Un astéroïde passera suffisamment près de la terre pour être vu à l'oeil nu (Busser & Octavia, 2006).

- *L'Univers n'est pas “mesurable par l'homme” qui n'en voit que le passé (tableau 1).*

L'homme ne connaît que 5% de son Univers, dont l'âge est estimé à 13,7 milliards d'années (plus de 10<sup>p+17</sup> s), dont la masse est supérieure à 10<sup>p+24</sup> masses solaires et dont le volume “en fin de croissance” est supérieur à 10<sup>p+72</sup> voire 10<sup>p+75</sup> m<sup>3</sup>. Mais il sait maintenant que l'Univers est un système “vivant”, une unité d'espace-temps-action, à température uniforme (2,7 °K) et constante, siège d'un rayonnement électromagnétique qui lui est propre, contenant des sous-systèmes “vivants” (plus de 10<sup>p+11</sup> systèmes galactiques, contenant eux mêmes plus de 10<sup>p+22</sup> systèmes stellaires), et que, quelle que soit l'échelle dimensionnelle et temporelle considérée, la même loi “ergodique” (d'invariance de jauge), qualitative (d'émergence constitutive) et quantitative (de causalité ontogénique), gouverne leur fonctionnement à toutes les échelles : figures 1 à 4.

L'homme n'est pas une exception. SA survie dépend de cette compréhension (Bricage, 2009b, c & d).

134 « PAULI, pour sauvegarder le principe de conservation de l'énergie lors d'une désintégration nucléaire, prévoit en 1932 l'existence d'une nouvelle particule le neutrino, dont l'existence n'est confirmée qu'en 1956. » (Durandea & al., 2002).

135 La formation d'une image d'un objet à l'aide d'une lentille mince convergente “obéit” à la fois à la relation de conjugaison de DESCARTES, à la relation relative au grandissement, de NEWTON, et à la condition de GAUSS pour obtenir une image nette (Lemoal & Thouroude, 2005).

136 Ada, prénom de la comtesse de Lovelace (1815-1852) qui fut la première femme à programmer (Octavia, 2007) et qui aurait introduit le terme cybérnétique (Zalmanski, 2006).

137 [http://fr.wikipedia.org/wiki/Planck\\_\(satellite\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Planck_(satellite))

138 [http://smsc.cnes.fr/HERSCHEL/Fr/GP\\_satellite.htm](http://smsc.cnes.fr/HERSCHEL/Fr/GP_satellite.htm)

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

### Qu'est-ce que la vie ?

De la physique à la biologie (Schrödinger, 1993), puis de la biologie à la physique, **toutes les entités d'espace-temps-action appartenant à cet Univers naissent et meurent**, comme nos cellules (à l'échelle d'un jour de notre temps humain) naissent et meurent, comme des espèces vivantes (à l'échelle de millions d'années d'un temps sur-humain) apparaissent et disparaissent, comme des systèmes stellaires (à l'échelle de milliards d'années) naissent et meurent, comme les atomes naissent et meurent... **à leur échelle** (tableau 1b). Comme l'Univers est né et mourra un jour...

**Pour toutes ces entités vivantes, survivre c'est "manger (de la matière et/ou de l'énergie) et ne pas être mangé.", pour se survivre. Pour toutes, "tôt ou tard, il est impossible de ne pas être mangé ...".**

**Pour toutes, et pour toutes leurs associations, il n'y a de développement durable que s'il est soutenable et soutenu, dans certaines limites, par tous les partenaires qui appartiennent à la même association à avantages et inconvénients réciproques et partagés** (figure 3b2, tableaux 1 & 2a).

**« La preuve que la vie existe peut-être ailleurs dans l'Univers soulève la plus profonde de toutes les questions que se pose l'homme : pourquoi y a-t-il, en fait, des êtres vivants ? Est-ce simplement parce que, dès qu'un nombre suffisant d'éléments cosmiques interagissent pendant un nombre suffisant de milliards d'années, il va finalement se former une molécule quelque part, ou dans de nombreux endroits... ? »** (Gould, 2001).

L'Univers, à tous ses niveaux d'organisation, juxtaposés les uns aux autres et emboités les uns dans les autres (Bricage, 2001b), est une entité vivante limitée, formée de niveaux adjacents inférieurs délimités, "espace-temps-action" s'organisant, de proche en proche, dans l'espace, de proche en proche, dans le temps, et de proche en proche, dans l'action (tableau 1, figure 3), en "associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés" (tableau 2).

Ce sont elles, et elles seules, qui, à long terme, survivent et se survivent, parce qu'elles sont capables de transformer les inconvénients en avantages tout en évitant que les avantages deviennent des inconvénients (Bricage, 1998). **« À long terme, deux espèces distinctes ne peuvent occuper la même niche écologique. L'une d'elle finira par éliminer l'autre et restera la seule. »** (Gould, 2001). C'est ce qui semble s'être passé pour "la niche écologique d'adaptation par la culture", occupée actuellement par une seule espèce humaine dans la biosphère terrestre, toutes les autres ayant disparu. La seule façon de survivre pour une espèce est donc soit d'éliminer toutes les autres espèces concurrentes, pour occuper une niche ancienne ou nouvelle, soit de créer une niche si spécifique qu'elle seule peut l'occuper (phénomène de **supragression**), soit d'être une espèce clé-de-voûte intégrée dans un réseau, une ARMSADA, dont la survie est garante de sa propre survie et réciproquement (Bricage, 2009b & c).

### **L'évolution est un progrès pour l'augmentation de l'habitabilité du vivant.**

Les fourmis, ou les termites, "sommet de l'évolution des invertébrés terrestres", au travers d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés, permettent respectivement l'entretien et la survie d'écosystèmes terrestres ou le recyclage de leurs déchets. L'homme peut être le "sommet de l'évolution des vertébrés terrestres" puisqu'il peut permettre à la fois l'entretien et la survie pas seulement des agrosystèmes mais de tous les écosystèmes terrestres, et, le recyclage de ses propres déchets (comme le font les fourmis et les termites), et, en plus, la propagation, la reproduction, extraterrestre des écosystèmes terrestres. **L'évolution est un progrès pour la propagation de la vie vers de nouveaux niveaux d'organisation et d'intégration grâce à l'apparition de nouveaux acteurs clés de voûte.**

**« Pour ceux qui croient aucune preuve n'est nécessaire. Pour ceux qui ne croient pas aucune preuve n'est possible. »** L'attitude scientifique se situe entre ces deux extrêmes (Collectif, 2002).

**Tout se passe comme si** la biosphère terrestre, "berceau des monères", était globalement équivalente à une monère et l'espèce humaine à un virus. La survie de l'un passe maintenant par celle de l'autre et réciproquement. L'homme peut être "un danger contenu" indispensable à la survie de la biosphère terrestre (Bricage, 2008c, 2009a & b).

La monère terrestre peut éventuellement survivre sans lui, mais il ne survivra pas sans elle (Bricage, 2009c & d).

Mais elle peut se survivre grâce à lui.

## **TOUT NIVEAU D'ORGANISATION ÉMERGE PAR LA MISE EN PLACE D'UNE ASSOCIATION À AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS RÉCIPROQUES ET PARTAGÉS.**

**« Tous les systèmes, naturels ou artificiels, sont constitués d'éléments discontinus et répétés en grand nombre. L'assemblage de ces modules permet de générer de nouveaux modules de niveau d'organisation supérieur. »** (Bricage, 2005a).

**« Le discontinu protège, donne de la tolérance entre les assemblages d'éléments. ».**

Et ceux-ci obéissent aux mêmes lois qualitatives invariantes : figures 1 & 2, tableaux 1 & 2.

« *La progression par niveaux permet d'utiliser les acquis antérieurs.* » (Bricage, 2004). Et cette progression est orientée structurellement et gouvernée par des lois systémiques constructales (Bricage, 2007a & b) : **figure 4**.

« *La modularité permet de réduire les coûts de l'organisation et facilite l'intégration.* » (Bricage, 2005a).

- 499 Naissance d'**ANAXAGORE** (Schuhl, 2004).

« *La philosophie qualitative d'Anaxagore excluait le quantitatisme atomique. L'atomisme ne pouvait le satisfaire car pour lui il n'était pas de limite de petitesse ou d'élément insécable. Pour lui les êtres ont des ensembles de qualités, les unes apparentes, les autres cachées, mais toujours susceptibles de devenir manifestes et de se développer si d'autres germes semblables viennent les rejoindre.* » (Schuhl, 2004).

Ce sont les caractéristiques fonctionnelles mutuellement nécessaires et suffisantes du vivant : **figure 1**.

Elles permettent de définir les niveaux d'organisation et les échelles d'emboîtements hiérarchiques de tout «ce qui est» (**figure 2**). « *C'est le fondement d'une philosophie et d'une cosmologie.* » (Gil, 2004 & Schuhl, 2004).

« *À de telles semences qualitatives ARISTOTE devait donner le nom d'HOMÉOMÉRIES.*<sup>139</sup>

*Toutes choses sont en effet en chaque chose, et c'est ce qui prédomine qui donne à la chose son individualité. La connaissance dépasse le plan de l'apparence, elle est vision des choses cachées, devenues manifestes... : **figure 3**, tableau 1 (tableau de classification périodique du vivant).*

*La réalité primordiale ne peut être qu'un mélange de toutes choses, de toutes qualités, de tous les genres en un tout constamment égal à lui-même. Tout participe à tout, et rien n'est séparé de tout le reste.* » (Schuhl, 2004). C'est LA loi qualitative de périodicité organisationnelle du cosmos (**tableau 1**).

« *Condamné pour impiété parce qu'il avait soutenu une astronomie mécaniste, il fut condamné à l'exil.* » (Schuhl, 2004), comme le fut WEGENER pour avoir soutenu une géomorphologie mécaniste et évolutive... (Kraft, 1978).

« *D'après ANAXAGORE chaque chose est en rapport avec toutes les autres choses, tout est mêlé dans tout. Et, il y a dans tout une partie du Tout.* » ARISTOTE (Gil, 2004). ANAXAGORE était le premier systémicien.<sup>140</sup>

« *Dans le cosmos et dans chaque chose, il y a parité des parties et de la totalité. La co-appartenance des parties n'entraîne pas la dissolution dans le Tout, pas plus que les ensembles ne s'obtiennent par une addition instable d'éléments isolés. L'Univers se trouve ordonné par des principes de continuité et de structuration, dont la portée est universelle. Il y a beaucoup de choses de toute sorte dans tout ce qui est assemblé. À elle seule la continuité institue une solidarité des êtres.* » (Gil, 2004) : **figure 3 (loi systémique ergodique quantitative)**.

Ces 2 principes universels, indissociables, de continuité et de structuration, sont l'invariance de jauge, quelle que soit l'échelle (**figure 1**), et l'orientation de l'évolution, créatrice de niveaux d'organisation de plus en plus complexes, par la mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés ARMSADA (**figure 2**).

C'est ce qui fait que, quelle que soit l'échelle et le niveau d'organisation, **le TOUT est TOUJOURS, À LA FOIS, PLUS ET MOINS que la somme de ses parties** (Bricage, 2003, 2004, 2005a, b & c). Il y a plus de deux mille ans...

ANAXAGORE, avant ARISTOTE, avait découvert **l'agoantagonisme et la notion d'émergence** !

« *Un ordre établi sur la continuité suppose une affinité profonde des êtres, y compris entre les contraires. Les opposés constituent les principes de l'agencement de tous les domaines de l'expérience, ils témoignent d'une immanence.* » (Gil, 2004). « *Chaque semence contient en elle les opposés.* » ARISTOTE.

« *Aussi chaque chose peut être dite participer – à la fois avoir et être une "portion" - de toutes les autres choses. Il s'agit d'une seule et même réalité, saisie à deux niveaux d'organisation et d'observation. Rien n'est absolument soi-même; chaque entité "est" seulement ce qui en elle paraît prédominant. Les apparences varient et les appellations changent selon celui des infinis qui l'emporte en quantité dans le mélange.* » (Gil, 2004).

« *C'est ce qui domine en chaque chose qui paraît être sa nature.* » ARISTOTE (**tableau 1**).

« *La continuité réalise l'unité du même et de l'autre, chaque domaine de variations représentant une série de déformations graduées. La singularité est ce qui explique la variété de l'Univers. Mais, les différences doivent se produire dans le cadre d'une identité foncière.* » (Gil, 2004) : figures 1 & 2, tableau 2.

139 homéomérie : du grec, **homéo** même, **semblable** & **mère unité**.

Les protéines sont des polymères d'acides aminés. Les atomes sont des polymères neutroniques et protoniques au niveau de leur noyau. Les galaxies sont des polymères d'étoiles. « *Tout niveau d'organisation est formé par juxtaposition et emboîtements de niveaux d'organisation sous-jacents, pré-existants et toujours présents.* » (Bricage, 1991a, 1998, 2000a & c, 2001a b, 2002a & b, 2003, 2004).

140 « **systema** est un "terme technique" stoïcien..., de ceux qui prônent l'**unité et la multiplicité**.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Après 3000 ans d'observations et de mesures, la loi quantitative de l'inter-relation entre l'espace et le temps (figure 3), le “quantitatisme” qu'il avait “rejeté”, vient maintenant compléter sa cosmologie du TOUT et des parties... Quels que soient les effets d'échelle, quel que soit le niveau d'organisation, il y a à la fois, au sein d'un niveau continué des parties et du Tout et, entre niveaux, ruptures ... ANAXAGORE était un stoïcien, concevant, comme tout stoïcien, « *une philosophie de l'homme placé dans un monde considérablement agrandi, une philosophie du cosmos conçu comme un gigantesque être vivant.* » (Saffrey, 2004) : figure 3, tableau 1.

« *La nature déploie la même splendeur sans limites dans l'atome ou dans la nébuleuse, et tout moyen nouveau de connaissance la montre plus vaste et diverse, plus féconde, plus imprévue, plus belle, plus riche d'insondable immensité.* » Jean PERRIN (Deloche, 2001) : tableau 1. « *Tout est déjà en nous.* » THÉOPHRASTE.

« ***Pas de révélation ! Pas de secret ! Ce qui se propose est de tout temps offert.*** »

MA ANANDAMAYI (Bertrand & Ben Aarsil, 2006).

« *Les phénomènes sont une lueur de l'obscur.* » SEXTUS.

« *Aucun problème ne peut être résolu sans changer le niveau de conscience qui l'a engendré.* » EINSTEIN.

Les 3 lois de l'Univers (figures 1, 2 & 3) sont d'une grande simplicité. Et, malgré cette simplicité, elles sont capables d'arriver à créer une grande complexité structurale et fonctionnelle (tableau 1), c'est-à-dire à produire une grande information. « *Pour y arriver, l'Univers a trouvé une bonne méthode. Il se répète continuellement. Ainsi est respecté le principe de parcimonie, d'économie de moyen, de moindre action ou encore du rasoir d'Ockham.* » (Larochelle, 1994). C'est l'ergodicité : quelle que soit l'échelle, « *Pour survivre et se survivre, la vie est d'abord un flux, ergodique, fractal et contingent, vers des macro-états organisés de micro-états, à la suite de brisures de symétrie.* » (Bricage, 2001b) : tableau de la classification périodique du vivant (tableau 1a).

Cette répétition est à la fois la cause et l'effet des mêmes lois, le même modèle se reproduisant constamment. C'est la loi systémique constructale. C'est ce phénomène qui rend l'Univers **fractal**, “ergodique” (Bricage, 2001b), ou “fractaquantique” (Dubois, 2002). **À toutes les échelles, à tous les niveaux, adjacents de proche en proche, la forme est la même, ne varient que la quantité d'énergie ou d'information en cause.** Et tant l'information que l'énergie sont indissociables de la matière, et interconvertibles en structures fonctionnelles, dans des champs d'espace-temps-action (Guéron, 2009) emboîtés les uns dans les autres et juxtaposés les uns aux autres (tableau 1b).

La dimension fractale D de l'Univers est **2,25** (figure 3d). L'Univers n'est ni une surface (D=2) ni un volume (D=3), tout en étant entre les 2; **il est à la fois, l'un et l'autre, et, ni l'un ni l'autre**, tout “comme un arbre”, dont les feuilles occupent un espace compris **entre la surface locale** de chaque feuille et **le volume global** de la ramure.

Le temps et l'espace sont nécessairement liés l'un à l'autre et il n'y a qu'une seule façon de les lier c'est par l'alternance de la division (régression) et l'union (progression et, éventuellement supragression). Pris individuellement le temps et l'espace n'ont aucune réalité. Ils sont des conceptions/des sensations de l'esprit. C'est **l'espace-temps-action** qui fait émerger le mouvement, le réel, l'objet, la chose, la dimension, l'action, l'inter-action, l'espace et le temps.

La croissance est toujours le préalable à la reproduction (figure 3d3) car se survivre nécessite un “investissement” en organisation (spatiale et temporelle) et représente un coût en flux de matière et d'énergie (Flavigny & Nicolle, 1993).

Certes, « *Un modèle ne coïncide pas avec la réalité qu'il décrit. Il est néanmoins plus assuré que la perception pour avoir prise sur cette réalité. Si la perception suffisait, il n'y aurait pas besoin de modèle.* » (Nordon, 2006a). Avec les traditions spirituelles, on peut y trouver « *un sentiment de gratitude pour la vie telle qu'elle est, une sorte de grâce qui vient baigner notre quotidien.* » (Servan-Schreiber, 2007).

« *Dans l'expression des lois de la physique, il n'y a pas d'origine absolue de l'espace et du temps,* » (Jacob, 2005), Pourtant **l'espace (le volume) et temps (le temps de génération)** sont indissociables (figure 3). « *L'espace-temps joue le rôle d'un fluide virtuel* (un écoexotope) **dans lequel le mouvement d'un corps isolé** (un endophysiotope) **peut être défini. L'espace-temps est doté d'une structure géométrique qui lui est conférée par sa matière et son énergie. Contenant et contenu sont interdépendants** (loi systémique constructale). » (Guéron, 2009).

L'évolution de la vie est écrite dans **un réseau de “rencontres”**, dans lesquelles des “brisures de symétrie” permettent l'émergence, par vagues (Porter & al., 2009), de nouveaux espace-temps : figure 2.

« ***Notre Univers n'est qu'un Univers parmi une multitude d'autres.*** » (Ostriker & Steinhardt, 2001).

« ***Dès sa conception un organisme vivant évolue inéluctablement vers la mort.*** » (Laborit, 1985).

Comme pour tout système vivant, la durée de survie de notre Univers est limitée.

Tôt ou tard, après être né (big bang), il va mourir (big crunch), après s'être éventuellement reproduit.

“Survivre et se survivre, être ou ne pas être ? ..., pour renaître ? ...”



## bibliographie

### références scientifiques

- ACKER A. (2009) « L'Univers : notre habitation à grande échelle. » *Valeurs mutualistes* 260: 32-33.
- ADAMS J. & al. (2002) Fast & Efficient Production of RNA with the T7 RiboMAX Express System. *Promega Notes* 80: 5-6.
- ALLAIS C. (ss la dir. de) (1995) *Recherche, Communications, Environnement, Surveillance, Stratégie, les conquêtes de l'espace, raisons et passions d'un défi*. Savoires, Le Monde diplomatique-cnes, Paris, 130 p.
- ALLOIN D. (2004) Les galaxies et l'Univers. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 18: 1697-1707.
- ANONYME (1990) Les étoiles doubles spectroscopiques. *Pour La Science* 148: 36.
- ANONYME (1991) Tracé d'Arrhenius de la réaction de l'hydrolyse de p-nitrophénol acétate. *P.I.C.* 2: 5.
- ANONYME (2005) La cure de jouvence du modèle de Bohr. *Pour La Science* 336: 26.
- ARAKI T. & al. (2005) Experimental investigation of geologically produced antineutrinos with KamLAND. *Nature* 436: 499-503.
- AUDOUZE J. (1999) Paysages des Sciences. *Découverte* (28) 273: 52-53.
- BASDEVANT J.-L. (2001) La mécanique quantique : dogme ou humanisme ? *Découverte* (29) 288: 26-39.
- BEAUSSART E. & P. BRICAGE (2007) Le Jeu : un Apprentissage de la Gouvernance de Soi et une Gouvernance de l'Apprentissage en Société. p. 13.1-13.18. In Bricage P. & al. (2007) *Pédagogie de la Gouvernance et Gouvernance de la Pédagogie*, 155 p. *Journées AFSCET, 20 & 21 octobre 2006, Université de Pau & des Pays de l'Adour, Faculté des Sciences, Pau*. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>
- BEJAN A. & J. MARDEN (2006) Locomotion : une même loi pour tous. *Pour La Science* 346: 68-73.
- BENOT M. (2006) Quand les physiciens travaillaient aux champs. *Cosinus* 74: 12-19.
- BERRY St. (1990) La coexistence d'agrégats liquides et solides. *Pour La Science* 156: 80-87.
- BERTRAND D. & Ch. BEN AARSIL (2006) Ma Anandamayi. La plénitude de la joie. *nouvelles clés* 52: 60-64.
- BESSON G. & al. (2002) La musique et les mathématiques. In Collectif (2002) *Maths & Musique*. *Tangente* HS 11, 48 p.
- BIANCHI L. (2003) La flèche d'Aristote : la physique du mouvement. In *Les Sciences au Moyen Âge*. *Dossier Pour La Science* HS 37: 44-47.
- BIMBOT R. (2005) Dmitri Ivanovitch MENDELEÏEV. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 19: 2543-2546.
- [biochem.roche.com](http://biochem.roche.com) (2000) Apoptosis Goes HTS. *Biochimica* 3: 25-26.
- BLAY M. (2001) La science classique en chantier. *Sciences Humaines* HS 31: 14-17.
- BOISCHOT A. & D. ALLOIN (2004) Classification et nature des galaxies. *Encyclopédie thématique Universalis* 18: 1689-1697.
- BOJOWALD M. (2009) L'Univers rebondissant. *Pour La Science* 375: 28-33.
- BOK J. (1988) La supraconductivité. *Rev. Palais de la Découverte* (16) 159: 36-45.
- BONNEAU C. (2004) Neutrino. *Science & Vie* oct. 2004, p. 72-76.
- BONNEAU C. (2005) 2. Les scénarios fous de l'avant big bang. & 3. Et s'il n'y avait finalement pas d'avant ! In *Qu'y avait-il avant le Big Bang ?* *Science & Vie* juillet 2005, p. 62-67. & p. 68-70.
- BONNEFOY P. (1999) Avec Huygens, rendons la lumière moins obscure. *FUSION* 78: 53-62.
- BOQUIN D. & J. CELEYRETTE (2003) La logique au Moyen Âge. In *Les Sciences au Moyen Âge*. *Dossier Pour La Science* HS 37: 24-31.
- BOUDENOT J.-C. & G. COHEN-TANNOUDJI (2001) Historique de la découverte des quanta. *Découverte* (29) 288: 12-25.
- BÖRNER G. (2009) L'énergie sombre et ses alternatives. *Pour La Science* 382: 28-33.
- BRACK A. (2005) Origine de la vie. *Encyclopédie thématique Universalis* 4 (19): 2980-2992.
- BRAHIC A. (1995) Aux confins de la connaissance. In ALLAIS C. *Les conquêtes de l'espace*, p. 23-25.
- BRICAGE P. (1980a) La biologie moléculaire au secours de Lamarck. *Bull. AASNS* 72: 28-30.
- BRICAGE P. (1980b) Étude des phénotypes pigmentaires du bissap, *Hibiscus sabdariffa* L., Malvacées. I. Biométrie de la productivité. *Bull. IFAN*, sér. A, 42(3): 440-480.
- BRICAGE P. (1982) Vers une rénovation de l'enseignement de la biologie dans le secondaire. *Bull. AASNS* 82: 1-12.
- BRICAGE P. (1983) Study of the pigmentary phenotypes of the roselle, *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvaceae): III. The anthocyanin pigments: Ecophysiological and genetic determining factors. *Bull. IFAN*, sér. A, 45(3-4): 216-245.
- BRICAGE P. (1984) Influences of the seed-bed density, the parental phenotype and the surrounding on the seedling efficiency of *Hibiscus sabdariffa* L. seeds. *Bull. IFAN*, sér. A, 46(1-2): 140-166.
- BRICAGE P. (1986a) Isoperoxidases, markers of surrounding and physiological changes, in situ in leaves and in vitro in calli of *Pedilanthus tithymaloides* L. variegatus : cell compartmentation and polyfunctionality, control of activity by phenols, specific roles. In *Molecular & Physiological Aspects of Plant Peroxidases*, Univ. Genève, p. 261-265.
- BRICAGE P. (1986b) Organisation et niveaux d'intégration. In *Travaux Dirigés de Biotechnologie*. DEUG Étude et Gestion des Ressources Naturelles, Fac. Sciences, Univ. Pau, 55 p., p. 4.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

BRICAGE P. (1988) Action des micro-ondes (fréquences, intensités, durées) sur les systèmes biologiques: quels effets et quand ? Congrès de la Société de Chimie Biologique : Systèmes BioEnergétiques, Structure, Contrôle et Evolution. Bombannes, France, 48 p. <https://webcampus.univ-pau.fr/main/metadata/openobject.php?cidReq=CL2d21&eid=Document.9>

BRICAGE P. (1991a) Les caractéristiques des organismes vivants. Biologie, A.P.I.D.S., Fac. Sciences & Techniques, Université de Pau & des Pays de l'Adour, 44 p.

BRICAGE P. (1991b) Biochimie, biophysique et enzymologie appliquées. T.P. de physiologie végétale, DEUG E.G.R.N., Fac. Sciences & Techniques, Université de Pau & des Pays de l'Adour, 29 p.

BRICAGE P. (1993) Phénomènes transmembranaires, fermentations, photosynthèses. Physiologie végétale, Préparation aux carrières de l'enseignement, Licence de Sciences Naturelles, Fac. Sciences, Université de Pau & des Pays de l'Adour, 71 p.

BRICAGE P. (1997) Influence de la lune sur les rythmes biologiques ? Bull. Soc. Astronomie Pyr. Occ. 116: 71-75.

BRICAGE P. (1998) La Survie des Systèmes Vivants. Atelier fondateur de MCX20 "Prendre soin de l'homme", Centre Hospitalier Général de Pau, 19 oct. 1998, 3 p.

BRICAGE P. (2000a) La Survie des Organismes Vivants. Atelier AFSCET "Systémique & Biologie", Fac. de Médecine des Saints Pères, Paris, 4 fév. 2000, 44 p. <http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf>

BRICAGE P. (2000b) La nature de la violence dans la nature : déterminismes écophysiologique et génétique de l'adaptation aux changements dans les écosystèmes végétaux. Colloque AFSCET Andé, "La Violence", 7 p.

<http://www.afscet.asso.fr/pbviolW98.pdf>

BRICAGE P. (2000c) Systèmes biologiques : le "jeu" de la croissance et de la survie. Quelles règles ? Quelles décisions ? Quels bilans ? "La décision systémique" Atelier AFSCET, I.I.A.P., Paris, 25 nov. 2000, 6 p. <http://www.afscet.asso.fr/JdVie1.pdf>

BRICAGE P. (2001a) La nature de la décision dans la nature ? Systèmes biologiques : production, consommation, croissance et survie. Quelles règles ? Quels degrés d'exigence ? Quels bilans ? Colloque AFSCET, Andé, "La décision systémique : du biologique au social", 19 mai 2001, 16 p. <http://www.afscet.asso.fr/Decision.pdf>

BRICAGE P. (2001b) Les caractéristiques du vivant biologique et sociétal ? Pour survivre et se survivre, la vie est d'abord un flux, ergodique, fractal et contingent, vers des macro-états organisés de micro-états, à la suite de brisures de symétrie. L'évolution, du vivant au social. Atelier AFSCET 1er décembre 2001, I.I.A.P., Paris, 11 p. (2 figures). <http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pdf>

BRICAGE P. (2001c) A new evolutionary paradigm : the Associations for the Mutual Sharing of Advantages and of Disadvantages., In The creation of a sustainable society depends on Innovative Systems Thinking. 100th Anniversary of Karl Ludwig von Bertalanffy's International Conference on Systems Thinking "Unity through Diversity", Vienna, 1 p. (Tableau 2c).

BRICAGE P. (2002a) Héritage génétique, héritage épigénétique et héritage environnemental: de la bactérie à l'homme, le transformisme, une systémique du vivant. Évolution du vivant et du social : Analogies et différences. Colloque AFSCET Andé, 8 juin 2002, 20 p. (3 figures). <http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

BRICAGE P. (2002b) The Evolutionary "Shuttle" of the Living Systems. 5th European Systems Science Congress 16th-19th Oct. 2002, Hersonissos, Crète, Greece, Res. Systemica 2: 6 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

BRICAGE P. (2002c) Only sustainable development can ensure both care of the environment and intra-generational equity. In 2.5. Environmental care, intra-generational equity, inter-generational justice, good governance leading to solidarity and equity. Global Ethics for a Humane World, 1 p. <http://fsw.kub.nl/globus/conference>

BRICAGE P. (2003) Organisation, intégration et espace-temps des systèmes vivants. "Intégration" dans les systèmes biologiques, sociaux, techniques, culturels. Colloque AFCSET Andé, 17 mai 2003, 31 p. (8 figures). <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde03.pdf>

BRICAGE P. (2004) La gouvernance du vivant : les acteurs et les systèmes. Colloque AFCSET, Andé "La gouvernance", 26 p. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde04GV.pdf>

BRICAGE P. (2005a) Le langage du vivant : plurilinguisme, transfrontaliérité et associativité. Congrès national ANLEA, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Fac. Sciences Pau, 11 mars 2005, 9 p. <http://www.abbayeslaïques.asso.fr/BIOsystemique/ANLEA05PauPB.pdf>

BRICAGE P. (2005b) «La durabilité contractuelle du vivant.», Anthropo-politique et gouvernance des systèmes complexes territoriaux, Presses Univ. Sciences Sociales, Toulouse, 2005, p. 111-117.

BRICAGE P. (2005c) «The Cell originated through Successive Outbreaks of Networking and Homing into Associations for the Mutual and Reciprocal Sharing of Advantages and of Disadvantages, between the partners, with a benefit only for their wholeness», Proceed. 6th ECSS, workshop 1: Ago-Antagonism, Paris, Sept. 16, 2005, 11 p. & 55 p. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130218>, <http://minilien.com/?AhsGujV2gC> & <http://minilien.com/?MKOkk2v5Nv>

BRICAGE P. (2005d) The Metamorphoses of the Living Systems: The Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and of Disadvantages. European Systems Science Congress, Sept. 2005, Paris, France, workshop 4: BioSystems <http://minilien.com/?R9E2rFXJc> 10 p. & <http://minilien.com/?LUeZbdsNCH> 9 p.

BRICAGE P. (2005e) The Modelling of the Time Modularity of the Living Systems: the Time Delay, the Time Duration, the Time Lag, and the Rhythms. European Systems Science Congress, Sept. 2005, Paris, France, workshop 19: Gouvernance Sanitaire & Sociale <http://minilien.com/?7HfEQdkLIV> 10 p. & <http://minilien.com/?X8Db8nnL16> 3 p.

## 150 ans après Darwin, 70 ans après Teilhard : 1. L'évolution du vivant.

LIRE L'ÉVOLUTION...  
Vendredi 13 novembre 2009

BRICAGE P. (2006a) L'approche systémique du vivant. BioSystémique. Cours. Préparation aux carrières de l'enseignement. Licence de Sciences de la Vie, mention Biologie Générale & Sciences de la Terre, 18 fichiers au format pdf (37 Mo). Webcampus UPPA Université de Pau & des Pays de l'Adour, UFR Sciences PAU. <http://webcampus.univ-pau.fr/courses/BIOSYSTEMIQUE>

BRICAGE P. (2006b) Danger des représentations non-systémiques & pouvoir de prédition des représentations systémiques en Sciences de la Vie. Journées annuelles AFSCET Les représentations au crible de l'approche systémique, Andé, 39 p. <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf> & Modélisation : figures, références, mots clés 21 p. <http://minilien.com/?YUtl70Hzo>

BRICAGE P. (2006c) About the dangers of the use of non-systemics concepts & the testability of systemics designs through their predictions in the life's sciences. Unity through production, consumption, growth and surviving: the symbiosis, a "unity through diversity" partnership of mutual sharing of profits and of injuries. 7 p. <http://minilien.com/?IlzFET9WhX>

BRICAGE P. (2007a) Comment les systèmes biologiques mettent-ils en place (team building) des organisations, juxtaposées et imbriquées en réseaux (networks), "groupwares" robustes et durables ? Quels sont les facteurs limitants de ces processus ? Journées annuelles AFSCET, Intelligence des systèmes & action collective, Andé, 2 & 3 juin 2007, 42 p. (12 figures). <http://www.afscet.asso.fr/Ande07pb.pdf>

BRICAGE P. (2007b) Les boucles "constructales" en sciences de la vie : l'intelligence est-elle dans les boucles ? table ronde "L'intelligence des boucles", Journées annuelles AFSCET, Intelligence des systèmes & action collective, Andé, 2 & 3 juin 2007, 6 p. <http://minilien.com/?uFxS6WaVm>

BRICAGE P. (2008a) La démarche scientifique expérimentale, un langage "systémique" : mise en évidence d'une phase critique d'apprentissage. Journées Annuelles AFSCET Moulin d'Andé, "Systémique et Langage", 7 & 8 juin 2008, 30 p. <http://www.afscet.asso.fr/Ande08/pbAnde08ExpSci.pdf>

BRICAGE P. (2008b) Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages: applicative insights in prevention or cure of AIDS, cancer and leprosy diseases. (slides presentation). 7th Systems Science European Union Congress Proceedings, Lisboa, Portugal, 22 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/bricageCuration.pdf>

BRICAGE P. (2008c) La Semi-Autonomie du Vivant : la Stratégie du Choc et le "Collège Invisible", l'Origine du Cancer. Le cancer est le résultat d'une rupture de l'équilibre de l'association à avantages et inconvénients réciproques et partagés, constitutive de la cellule, et à l'origine de la cellule. Cette rupture est causée par une agression entraînant la perte de la non-autonomie. 7th Systems Science European Union Congress Proceedings, Lisboa, Portugal, 32 p. <http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/bricageWS1.pdf>

BRICAGE P. (2008d) CANCER is a Breaking of the Cell's Association for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and Disadvantages Through an Aggression that Results in a Lack of Non-Autonomy. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00351226/fr/> 7th Systems Science European Union Congress Proceedings. Human Autonomy and Systemics Workshop, Lisboa, Portugal. 26 p. Complementary Data, Figures & References. (file: UESLisboaPBcancerRef.pdf) <http://www.minilien.com/?oUtHBBpz46>

BRICAGE P. (2008e) "Viruses are in all of us." 21 p. European Systems Science Congress, Lisboa, 17 dec. 2008, Workshop "Autonomie Systémique" & Theme 2: session 2b, talks 2 & 3. <http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOsystemique/bibliographie/pbVIRUSESdiscussion.pdf>

BRICAGE P. (2009a) Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and Disadvantages: Applicative Insights in Prevention or Cure of AIDS, Cancer and Leprous Diseases. [& http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130218](http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00352578/fr) <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130218>

BRICAGE P. (2009b) La nature vivante "peu perceptible", "continuellement changeante" et "incomprise" de l'organisme que l'homme appelle Terre. Un dernier avertissement... à l'humanité. The Vanishing Face of Gaïa. A final warning. Essai de lecture systémique de la crise mondiale (financière, économique, sociale, écologique, éthique), Journées d'Andé 27-28 juin 2009, 8p. <http://www.afscet.asso.fr/crise/pbgaia.pdf>

BRICAGE P. (2009c) Les principes et concepts de base de l'écologie. "Un premier avertissement passé inaperçu..." A First Warning... The Forgotten Messages of Ecology and Governance. Essai de lecture systémique de la crise mondiale (financière, économique, sociale, écologique, éthique), Journées d'Andé 27-28 juin 2009, 8p. <http://www.afscet.asso.fr/crise/pbdussart.pdf>

BRICAGE P. (2009d) Les conditions de l'intégration de l'humanité au sein de la nature terrestre. Le "message" de l'écologie : la gouvernance du vivant. The Forgotten Messages of Ecology and Governance. Complementary Data & Supporting Informations. Essai de lecture systémique de la crise mondiale (financière, économique, sociale, écologique, éthique), Journées d'Andé 27-28 juin 2009, 20 p. <http://www.afscet.asso.fr/crise/pbcrise.pdf>

BRICAGE P. & al. (1990) Appraisal of the defoliator Lepidoptera associations in a hardwood forest. Ikartzaleak (Acta Entomologica Vasconae 1: 13: 5-26.

BRICAGE P. & al. (2007) Systémique & Accompagnement, 155 p., Journées AFSCET & UPPA "Gouvernance de la pédagogie & pédagogie de la gouvernance", archives ouvertes du CNRS en Sciences Humaines & Sociales, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00130212>

**L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.**

- BRUNIER S. (2005) 1. La machine à remonter le temps existe bel et bien. *In Qu'y avait-il avant le Big Bang ? Science & Vie* juillet 2005, p. 56-61.
- BUFFETAUT E. (2009) Les dinosaures du Tendaguru, trésors de l'Allemagne impériale. *Pour La Science* 384: 80-85.
- BUSSER E. (2002) Symétrie et composition. *In Maths & Musique. Tangente* HS 11: 20-23.
- BUSSER E. (2004) Le zéro et l'infini. Les logarithmes. *Tangente* 100: 16-18.
- BUSSER E. (2005a) Al Khwarizmi. *Tangente* HS 22: 91.
- BUSSER E. (2005b) Jean Le Rond d'Alembert. *Tangente* HS 22: 104-105.
- BUSSER E. (2007) Qu'est-ce qu'une courbe tautochrome ? *Tangente* HS 29: 15.
- BUSSER E. & al. (2002) Musique et mathématiques, des destinées parallèles. *In Maths & Musique. Tangente* HS 11: 2-3.
- BUSSER E. & G. OCTAVIA (2006) Armageddon en vrai... *In Mathématiciens précoce. Gauss. Tangente Sup* 32: 13.
- CAILLEUX A. & J. KOMORN (1981) Dictionnaire des racines scientifiques. CDU-SEDES, Paris, 263 p.
- CARR B. & St. GIDDINGS (2005) Des trous noirs en laboratoire. *Pour La Science* 332: 60-67.
- CARTON Y. (2009) Henry de Varigny : un journaliste contre l'antidarwinisme. *Pour La Science* 379: 80-83.
- CASSE M. (1995) Réécrire la genèse en termes matérialistes. *In ALLAIS C. Les conquêtes de l'espace*, p. 31-32.
- CASSEN B. (1995) La légende du vingtième siècle. *In ALLAIS C. Les conquêtes de l'espace*, p. 3.
- CATLING D. & K. ZAHNLE (2009) Comment les planètes perdent leur atmosphère. *Pour La Science* 383: 32-39.
- CHEEMA-DHADLI S. & al. (1987) Regulation of ethanol metabolism in the rat. *Biochem. Cell Biol.* 65: 458-466.
- CHEVASSUS-AU-LOUIS N. (2008) Mariage arrangé entre CNRS et Universités. *La Recherche* 420: 58-61.
- CHO A. (2009) Le cauchemar des physiciens. *In Si le boson de Higgs n'existe pas. La Recherche* 424: 30-34.
- CLIFTON Th. & P. FERREIRA (2009) La cosmologie hétérogène. *Pour La Science* 382: 20-27.
- COLL J.-L. & M. C. FAVROT (2002) Luciférase *in vivo*... *PromeGazette* 34: 2.
- COLLECTIF (1999a) (ss la dir. de SERRES M. & N. FAROUKI) Exploit, *In Paysages des Sciences*. Le Pommier ("Lire l'image"), Paris, p. 16-17.
- COLLECTIF (1999b) (ss la dir. de SERRES M. & N. FAROUKI) Traces, *In Paysages des Sciences*. Le Pommier ("Lire l'image"), Paris, p. 100-101.
- COLLECTIF (2002) La preuve scientifique. *La Recherche* HS n° 8, 116 p.
- COLLECTIF (2005) Qu'y avait-il avant le Big Bang ? *Science & Vie* juillet 2005, p. 55-70.
- COLLECTIF (2008) Annuaire du Collège de France 2007-2008. Résumé des cours et travaux. 108ème année, Collège de France, Paris, 1022 p. [http://www.college-de-france.fr/media/pub\\_tra/UPL2853\\_resume\\_cours\\_et\\_travaux\\_07\\_08.pdf](http://www.college-de-france.fr/media/pub_tra/UPL2853_resume_cours_et_travaux_07_08.pdf)
- COSTABEL P. (2004) Galilée (1564-1642). *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 18: 1707-1712.
- COSTABEL P. (2005) Histoire de la Mécanique. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 19: 2515-2522.
- COURTY J.-M. & E. KIERLIK (2005) L'ivresse des bulles. *Pour La Science* 337: 98-99.
- COURTY J.-M. & E. KIERLIK (2006) Impénétrable matière. *Pour La Science* 345: 98-99.
- CRITON M. (2007) Lettres à une princesse d'Allemagne. *In Leonhard Euler. Un génie des Lumières. Tangente* H.S. 29: 20-22.
- DAVIES P. (2009) L'information s'en sort indemne. *La Recherche* 427: 31-36.
- de LA SOUCHERE M.-C. (2009) L'Oxygène. *La Recherche* 429: 75-78.
- DEGRANGE B. & H. SOL (2006) Astronomie gamma : le ciel révélé aux très hautes énergies. *Pour La Science* 342: 32-39.
- DELAHAYE J.-P. (2009) Le royaume du *Jeu de la vie*. *Pour La Science* 378: 86-91.
- DELAUNAY D. (2005) Les courbes à résoudre. *Tangente* HS 22: 72-75.
- DELERUE N. (2004a) De l'infiniment petit à l'infiniment grand. *Tangente* 100: 28-29.
- DELERUE N. (2004b) Le vide en physique : une notion bien remplie. *Tangente* 100: 34-37.
- DELOCHE R. (2001) L'Univers et les particules. *Découverte* 285: 66-82.
- DESCAMPS Ph. (2002) Métamorphoses de l'architecture sacrée. p. 4-10. *In Sciences & techniques des bâtisseurs de cathédrales. Cahiers de Sciences & Vie. Les Racines du Monde* n° 69.
- DESIT-RICARD I. (2004) Les physiciens face au vide. *Tangente Sup* 25: 16-19.
- DIEM K. (1963) Tables scientifiques. Documenta Geigy. J.R. Geigy S.A. Pharmaceutique, Laboratoires Geigy, Paris, 848 p.
- DIEUDONNÉ J. & P. COSTABEL (2004) Carl Friedrich Gauss. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 18: 1726-1732.
- DUBOIS F. (2002) Hypothèse fractoquantique. *5th European Systems Science Congress 16th-19th Oct. 2002, Hersonissos, Creta, Greece, Res. Systemica* 2: 6 p. <http://www.afscet.asso.fr/halfsetkafe/textes-2002/qf.html>
- DUFOUR E. (2001) Examination of the molecular structure of food products using font-face fluorescence spectroscopy. *International Laboratory* (may 2001): 17-22.
- DVORAK H.F. (1986) Tumors : wounds that do not heal. Similarities between tumor stroma generation and wound healing. *New England Journal of Medicine* 315(26): 1650-1659.
- EFREMOV J.A. (1940) Taphonomy : new branch of paleontology. *Pan-American Geologist*, LXXIV (2): 81-93.
- ELLENBERGER F. (2004) Histoire de la Géologie. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 18: 1790-1797.
- FADEL K. (1999) Les neutrinos et le soleil. *Rev. Palais de la Découverte* (27) 270: 55-65.

- FAURE P. & R. FAURE (1988) Les différentes échelles de la biologie. *Bull. A.P.B.G.* 1-1988: 129-130.
- FAY S. (2006) La voie lactée sous le charme de Shapley. *Pour La Science* 339: 20-21.
- FERRARA J. (1984) 6 mois de vie des feuilles = 80 ans de vie humaine. *Science & Vie* 800: 45-47. & 172.
- FILLEUL A. (2009) L'héritage de DARWIN. *Cosinus* 108: 28-35.
- FISCHER J.-L. (2001) L'essor de la biologie au XIX<sup>e</sup> siècle. *Sciences Humaines* HS 31: 20-23.
- FRANCILLON Cl. (1982) L'étroitesse du nuage zodiacal. *Le Monde* (21 juillet 1982): 9.
- FRANKE-ARNOLD S. & A. ARNOLD (2009) Enrouler la lumière pour piéger les atomes. *Pour La Science* 376: 48-55.
- GARRIGUES B. (1997) Les molécules dévoilent leurs liaisons. *eurêka* 18: 14-15.
- GELLAIS R. & P. SORTAIS (2001) Une fabrique d'ions universelle. *La Recherche* 341: 44-47.
- GERVAIS J.-L. (1987) Les constituants ultimes de l'Univers sont-ils des supercordes ? *Rev. Palais de la Découverte* (15) 150: 29-47.
- GIL F. (2004) Anaxagore. Une philosophie "systémique" de l'un et du multiple. *Encyclopédie thématique Universalis* 1: 222-223.
- GILLON L. (1980) Quelles énergies pour notre avenir ? *Rev. Palais de la Découverte* 9(85): 45-64.
- GOLDSCHMIDT B. (1982) Les premiers milligrammes de plutonium. *La Recherche* 131: 366-375.
- GOVEKAR T. (2008) SPORE, jeu de simulation. *Science & Vie Micro Mac*, 210: 90.
- GREINER W. & A. SANDULESCU (1990) Les nouvelles radioactivités. *Pour La Science* 151: 48-57.
- GROJEAN Ch. (2008) Nous inventons une autre physique. *La Recherche* 424: 38-40.
- GUÉRON E. (2009) Nager dans un espace-temps courbe. *Pour La Science* 384: 24-31.
- GUICHARD F. (2005) Le sel, de la terre... à la mer. *Cosinus* 60: 26-29.
- GUILLERME J. & H. VÉRIN (2005) Matière *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 19: 2501-2512.
- GUINIER A. (1990) Le rôle de la théorie et de l'expérience dans quelques découvertes récentes en physique. *Rev. Palais de la Découverte* (19) 181: 33-39.
- HANNUM W. & al. (2006) Réacteurs à neutrons rapides contre déchets nucléaires. *Pour La Science* 339: 32-39.
- HANSSON J. & F. SANDIN (2005) Preon stars: a new class of cosmic compact objects. *Physics Letters B* (616) 1: 1-7.
- HAUCHECORNE B. (2007) Euler et la fonction Gamma. In *Leonhard Euler. Un génie des Lumières*. *Tangente* H.S. 29: 110-113.
- HOFFMAN R. & al. (2001) Shine a Brighter Light on Cell Viability. *Promega Notes* 79: 36-38.
- HONG H. & al. (2001) Simultaneous Measurement of VSMCs Metabolic Activity and Proliferation with WST1 and Cell Proliferation ELISA (BrdU). *Biochemica* 3: 24-25.
- HORGAN J. (1994) Accélérateurs et unification. *Pour La Science* 198: 82-89.
- JACOB M. (2005) Particules élémentaires. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 19: 3077-3097.
- JAFFÉ Ch. (2007) (propos de) Autoroutes célestes. *Science & Vie*, août 2007, p. 100-107.
- JOMPOL Y. & al. (2009) Probing Spin-Charge Separation in a Tomonaga-Luttinger Liquid. *Science* 325(5940): 597-601.
- JONES K. (1991) Affinity Chromatography. *LC-GC int'l* (4) 9: 32-37.
- JOSHI P. (2009) Les singularités nues. *Pour La Science* 380: 22-29.
- KAISER D. (2007) Au confluent de la cosmologie et de la physique des particules. *Pour La Science* 358: 16-21.
- KAUFFMAN S. A. (1993) *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford University Press, 734 p.
- KAUFFMAN S. A. (1997) *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford University Press Inc, USA, 336 p.
- KAUFFMAN S. A. (2002) *Investigations*. Oxford University Press Inc, USA, 308 p.
- KEPHART D. (2002) READIT SNP Genotyping System: Accurate, Flexible and Easy. *Promega Notes* 79: 2-5.
- KIANG N. (2009) La couleur des plantes extraterrestres. *Pour La Science* 380: 38-45.
- KRUKOFF S. & F. BOITEL (1985) L'évolution vers l'homme post-historique. *Science n°1* 4: 35-50.
- KUPIEC J.-J. (2003) Les espèces existent-elles ? In *Le Monde selon Darwin. Sciences & Avenir* HS 134: 34-38.
- LAUER T. & al. (1993) Planetary camera observations of the double nucleus of M31. *Astron. J.*, 106: 1436-1447.
- LECOURT D. (1995) La passion de l'infini. In ALLAIS C. *Les conquêtes de l'espace*, p. 12-14.
- LEFORT M. (1984) Peut-on chauffer la matière nucléaire jusqu'à ébullition ? *La Recherche* 154: 552-554.
- LEFORT M. (2005) Chimie Nucléaire. *Encyclopédie thématique Universalis* 4 (19): 2848-2861.
- LEHNING H. (2005a) Le premier irrationnel. *Tangente* HS 22: 48-51.
- LEHNING H. (2005b) Les méthodes itératives. *Tangente* HS 22: 78-81.
- LEHNING H. (2005c) L'équation du beau. *Tangente* HS 22: 92-94.
- LEVI J.-D. & I. RAMONET (1995) De l'épopée à l'appropriation. In ALLAIS C. *Les conquêtes de l'espace*, p. 3.
- LEVY D. (1984) La spectroscopie des gaz ultrafroids. *Pour La Science* 78: 84-93.
- LEWIN SLIME R. (1998) La découverte de la fission. *Pour La Science* 245: 83.
- LEWINO F. (2009) De savants fouille-merde. *Le Point* 1927: 62-64.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

- LOEB A. (2007) L'Univers à l'âge des ténèbres. Pour La Science 351: 58-64.
- MAJDA A.J. & S.N. STECHMANN (2009) The skeleton of tropical intraseasonal oscillations. P.N.A.S. 106(21): 8417-8422.
- MAKAROVITSCH A. & J.-P. FOLL (2008) TUBES II. Novelty and complexity generation in a system with a simple root . (slides presentation). 7th Systems Science European Union Congress Proceedings, Lisboa, Portugal, 22 p.  
<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/Makarovitsch4Lisboa08tubes.pdf>
- MALDACENA J. (2006) La gravité est-elle une illusion ? Pour La Science 339: 46-52.
- MARCHAIS P. (2008) Consensus et langage : l'exemple de la schizophrénie. Journées Annuelles AFSCET Moulin d'Andé, "Systémique et Langage", 7 & 8 juin 2008, 4 p. <http://www.afscet.asso.fr/Ande08/pmarchaisande08.pdf>
- MARCHAL C. (2004) Déterminisme, hasard, chaos, liberté. Henri Poincaré et la révolution des idées scientifiques au vingtième siècle. Colloque Henri Poincaré et les Sciences physiques, Ecole des Mines de Paris, 12 p.  
<http://www.annales.org/archives/x/poincare6.html>
- MARGENAU H. & D. BERGAMINI (1966) Le savant. Life Le Monde des Sciences, Time Inc, London, Paris, 200 p.
- MARGOLIN J.-C. (2004) Humanisme. Encyclopédie thématique Universalis 5: 3775-3778.
- MAUREL M.-C. & J.-F. DORTIER (2001a) Histoire et philosophie des sciences. Editorial. Sciences Humaines HS 31: 4.
- MAUREL M.-C. & J.-F. DORTIER (2001b) Débats autour de la science. Sciences Humaines HS 31: 58-62.
- MAURO C. & al. (2006) Au-delà de la mort, la survivance du corps. (Pour les professionnels médico-légaux, mortuaires et funéraires). L'Esprit du temps 129: 99-108 . In Études sur la mort. Rites et Rituels, 180 p.
- MEYLAN G. & F. VERBUNT (1989) Rencontres d'étoiles dans les amas globulaires. La Recherche 208: 343-350.
- MICHAUDON A. (1982) La fission nucléaire. La Recherche 136: 990-1004.
- MICHAUT C. (2008) L'intrication résiste à Einstein. La Recherche 423: 10-11.
- MIGUS A. (1991) Fusion thermonucléaire contrôlée : la deuxième voie. La Recherche 231: 514-516.
- MINGUET Ch. (2004) Alexander von Humboldt 1769-1859. Encyclopédie thématique Universalis (4) 18: 2003-2005.
- MOCHKOVITCH R. (2008) Les sursauts gamma, témoins de la mort violente des étoiles. Pour La Science 364: 46-53.
- MOE M. & S. P. ROSEN (1990) La double désintégration bêta. Pour La Science 147: 90-101.
- MONART B. (1990) L'hydrogène sous pression : du gaz au métal. La Recherche 219: 366-367.
- MONZAIN-BAUDINET M.-J. (2004) Anamorphose. Encyclopédie thématique Universalis 1: 220-221.
- MORANDO B. (2005) Mécanique céleste. Encyclopédie thématique Universalis (4) 19: 2522-2531.
- MOTCHANÉ J.-L. (1995) Vers l'apogée de la physique théorique. In ALLAIS C. Les conquêtes de l'espace, p. 26-28.
- MYERS St. & E. PICASSO (1990) Le collisionneur LEP. Pour La Science 155: 86-94.
- NADDEF D. & al. (2006) Le simplexe : une approche géométrique de la programmation linéaire. Tangente Sup 32: 10-12.
- NAZÉ Y. (2009) À la poursuite de l'étoile record. La Recherche 429: 46-48.
- NOTTALE L. (1994) Univers primordial et Relativité d'échelle. Science & Vie déc. 1994, p. 116.
- NOTTALE L. (1995) (propos de) La nouvelle explication du monde. Science & Vie 936: 46-56.
- NOWAK M. (2009) Leonhard Euler infatigable explorateur. La recherche 429: 56-59.
- OCTAVIA G. (2006) Ces Mozart des mathématiques. Tangente 111: 8-10.
- OCTAVIA G. (2007) Un langage nommé Euler. In Leonhard Euler. Un génie des Lumières. Tangente H.S. 29: 13.
- OSTRIKER J. & P. STEINHARDT (2001) Le cinquième élément cosmique. Pour La Science 281: 44-53.
- OVERY R. (2009) (traduit par P.-E. DAUZAT) Demain, la guerre. Éditions du Seuil, Paris, 204 p.
- PAGET S. (1889) The distribution of secondary growths in cancer of the breast. The Lancet 1: 571-573.
- PARKER E. (2006) Peut-on protéger les voyageurs spatiaux ? Pour La Science 343: 50-56.
- PESTEL M.-J. (2007) La fibre ludique du grand Euler. Tangente HS 29: 136-139.
- PÉTRY F. (2009) Complexité. Et si la vie n'était pas plus complexe que ne l'est le Jeu de la vie ? Pour La Science 378: 1.
- PIRE B. In WILCZEK F. (1998) L'asymétrie cosmique entre la matière et l'antimatière. In Dossier Pour La Science Les symétries de la nature. Belin, Paris, p. 26.
- PIRE B. (2005) Physique Nucléaire. Encyclopédie thématique Universalis 4 (19): 2866-2870.
- POLIN R. (2004) Hobbes (Thomas). Encyclopédie thématique Universalis 5: 3682-3685.
- PORTER M. & al. (2009) Des chaînes d'atomes aux solitons. Pour La Science 384: 56-62.
- PRIVAT DE GARILHE M. & J. KRUH (2005) Acides Nucléiques. Encyclopédie thématique Universalis 4 (19): 2870-2891.
- PRUZAN Ph. (1994) La glace sous pression. Pour La Science 196: 16-17.
- RADVANYI P. & M. BORDRY (1984) La découverte de la radioactivité artificielle. La Recherche 153: 402-405.
- RAICHVARG D. (1995) Depuis l'aube des temps, des déchiffreurs du firmament. In ALLAIS C. Les conquêtes de l'espace, p.
- 15-16.
- RAMIS J.-P. (2009) D'Euler à la théorie quantique des champs. La recherche 429: 58-59.
- RAMONET I. (1995) L'avenir tombe du ciel. In ALLAIS C. Les conquêtes de l'espace, p. 6-7.
- REEVES H. (2007) Dis pourquoi... Sciences & Avenir 725 bis: 8-13.
- RIAZUELO A. (2009) Le satellite Planck, une nouvelle ère pour la cosmologie. Pour La Science 378: 34-40.

- RIBEAU-GÉSIPPE Ph. (2005) Le halo bleu cachait un trou noir. *Pour La Science* 337: 25.
- RIBEAU-GÉSIPPE Ph. (2007a) Un trou noir en rotation vertigineuse. *Pour La Science* 351: 22-23.
- RIBEAU-GÉSIPPE Ph. (2007b) Planètes en gestation autour d'une étoile en fin de vie. *Pour La Science* 353: 34.
- RIBEAU-GÉSIPPE Ph. (2009a) L'énergie sombre faiblit-elle ? *Pour La Science* 380: 9.
- RIBEAU-GÉSIPPE Ph. (2009b) Formation stellaire assistée. *Pour La Science* 384: 9.
- RITTEAU B. (2009) La dimension. *La Recherche* 426: 77-80.
- ROCCA-VOLMERANGE B. & B. GUIDERDONI (1990) Le défi des galaxies lointaines. *La Recherche* 222: 702-710.
- ROUCAN J.-P. (1975) Les minéraux. *Rev. Palais de la Découverte* 4(38): 64-75.
- ROUVIERE F. (1990) Recherche des W<sup>+</sup>, W<sup>-</sup> et Z<sup>0</sup>. *Rev. Palais de la Découverte* (18), 180: 64-75.
- RUMEUBE G. (1989) Une brève histoire du temps. Du big bang aux trous noirs. *Rev. Palais de la Découverte* (17), 169: 42-43.
- RUMEUBE G. (1991) Interactions et processus virtuels. *Rev. Palais de la Découverte* (20) 191: 31-43.
- RUSSO F. (2004) Géométrie. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 18: 1797-1810.
- SAFFREY H.D. (2004) âme 1. émergence d'un principe spirituel du vivant. *Encyclopédie thématique Universalis* 1: 202-207.
- SANDIN F. & J. HANSSON (2007) Observational legacy of preon stars: Probing new physics beyond the CERN LHC. *Phys. Rev. D* (76) 12: 5006-5013.
- SCERRI E. (1998) La classification périodique des éléments. *Pour La Science* 253: 74-79.
- SCHÄRLIG A. (2008) *Comptes en 1619*. PPUR, Lausanne, 158 p.
- SCHUHL P.-M. (2004) Anaxagore. Le fondement de la physiologie et de la cosmologie. *Encyclopédie thématique Universalis* 1: 221-222.
- SENUT B. (2004) Hominidés. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 18: 1992-2003.
- SESIN C.-P. (2003) Mesure du temps. In *Les Sciences au Moyen Âge*. Dossier *Pour La Science* HS 37: 114-115.
- SOLER L. (2001) Anatomie d'une découverte : le photon. *Sciences Humaines* HS 31: 42-46.
- STARR T.K. & al. (2009) A Transposon-Based Genetic Screen in Mice Identifies Genes Altered in Colorectal Cancer. *Science* (323), 5922: 1747-1750.
- STEYER S. & A. BÉNÉTEAU (2009) Les limites de la reconstruction des animaux disparus. *Pour La Science* 380: 84-87.
- SUSSKIND L. (2009) «L'Univers est un hologramme». *La Recherche* 427: 38-41.
- [http://classiques.uqac.ca/classiques/chardin\\_teilhard\\_de/phenomene\\_humain/tde\\_pheno.pdf](http://classiques.uqac.ca/classiques/chardin_teilhard_de/phenomene_humain/tde_pheno.pdf)
- THYS H. (2009) Fractales et spaghetti. *Pour La Science* 384: 99.
- TONNELAT M.-A. (2004) Gravitation. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 18: 1878-1888.
- TORT P. (2009) « La transformation des espèces n'est plus remise en cause. » *Valeurs mutualistes* 260: 14-15.
- TRÉDOULAT Th. (1994) La vie d'une graine. *Rustica* 1271: 18.
- TURJON A. (1994) Les sympathiques effets des atomes crochus. *La Recherche* 264: 450-451.
- VANGIONI-FLAM É. & al. (2001) À la recherche d'indices de nucléosynthèse stellaire. *Découverte* 288: 69-79.
- VERLEY J.-L. (2005) Exponentielle et logarithme. *Encyclopédie thématique Universalis* (4) 17: 1514-1526.
- VIGNES-ADLER M. & F. GRANER (2002) La vie éphémère des mousses. *Pour La Science* 293: 48-55.
- WILCZEK F. (1989) The Cosmic Asymmetry Between Matter and Antimatter. In *Particle Physics in the Cosmos*. W.H. Freeman & Co, New York, p. 164-177.
- WILCZEK F. (1998) L'asymétrie cosmique entre la matière et l'antimatière. In *Dossier Pour La Science Les symétries de la nature*. Belin, Paris, p. 16-26.
- WYNN Ch. M. & A. W. WIGGINS (2001) *Intuitions géniales. Le top 5 des meilleures idées scientifiques*. De Boeck Université, Paris, Bruxelles, 218 p. - Chapitre 2. Le modèle physique de l'atome ou comment voir ce qui est invisible., p. 25-42.  
- Chapitre 3. La loi périodique en chimie ou comment classer les éléments., p. 43-58.  
- Chapitre 4. La théorie du Big Bang en astronomie ou comment concevoir la genèse des éléments., p. 59-76.  
- Chapitre 6. La théorie de l'évolution en biologie., p. 93-118.  
- Concepts 3. Le rasoir d'Occam. p. 21., p. 158.
- ZALMANSKI A. (2002) Kepler. Le musicien du ciel. In *Maths & Musique*. *Tangente* HS 11: 27.
- ZALMANSKI A. (2006) Ada Augusta King, comtesse de Lovelace. *Tangente* 111: 26-27.
- ZEWAIL A. (1991) La naissance des molécules. *Pour La Science* 160: 92-101.

**références d'ouvrages de base en physique, astronomie & sciences de l'Univers**

2009, année anniversaire du quadri-centenaire de Galilée et de Kepler, est l'année mondiale de l'astronomie.

ALONSO M. & E.J. FINN (1986) *Physique Générale. 2. Champs et Ondes*. InterEditions, Paris, 678 p.

ASIMOV I. (1985) *Guide de la comète de Halley*. Éditions du Rocher, Monaco, 123 p.

CHARDIN G. (2006) *L'antimatière, la matière qui remonte le temps*. Le Pommier, Paris, 191 p.

COLLECTIF (1985) *L'UNIVERS naissance et évolution*. In *ASTRONOMIE*, Éditions ATLAS, Paris, 240 p.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

- COLLECTIF (1986) Petit Larousse en couleurs. Librairie Larousse, Paris, 1665 p.
- COLLECTIF (1990) L'Univers Aujourd'hui. Science & Vie HS 170, 164 p.
- COLLECTIF (2004) L'histoire de l'Univers. Dossier Pour La Science HS 45, 120 p.
- COMBES F. (2008) Mystères de la formation des Galaxies : Vers une nouvelle physique? Dunod, Sciences, Paris, 208 p.
- DIRAC P. (2009) Les principes de la mécanique quantique. PPUR, Lausanne, 320 p.
- DOUMERG R. (1966) Cinématique et dynamique. Édition de l'Auteur, Catus, 392 p.
- ENCRENAZ Th. & J.-P. BIBRING (1987) Astrophysique. le Système solaire. InterEditions/Éditions du CRNS, Paris, 390 p.
- FAUCHER R. (1961) Physique. Phénomènes périodiques. Hatier, Paris, 382 p.
- FEYNMAN R. (1999) Lumière et matière. Collection Points Sciences, Seuil, Paris, 206 p.
- GREENE B. (2005a) L'Univers élégant. Collection Folio essais, Gallimard, Paris, 656 p.
- GREENE B. (2005b) La magie du Cosmos : L'espace, le temps, la réalité : tout est à repenser. Robert Laffont, Paris, 666 p.
- HAROCHE S. (2007) Cours de Physique Quantique. Intrication et information quantiques avec des atomes froids. Leçons du Collège de France, 32 p. <http://www.cqed.org/college/college.html>
- HAWKING S. W. (1999) Commencement du temps et fin de la physique? Collection Champs, Flammarion, Paris, 119 p.
- HAWKING S.W. & R. PENROSE (2003) La nature de l'espace et du temps. Collection Folio Essais, Gallimard, Paris, 212 p.
- HEISENBERG W. (1993) La partie et le tout. Collection : Champs, Flammarion, Paris, 338 p.
- KLEIN E. (2004) Petit voyage dans le monde des quanta. Collection Champs Sciences, Flammarion, Paris, 205 p.
- LAGUËS M. & A. LESNE (2003) Invariances d'échelle - Des changements d'états à la turbulence. Belin, Paris, 352 p.
- LAROCHELLE A. (1994) Avant et après le big bang ? Théorie d'un Univers infini en concentration, de son origine à sa finalité. Éditions Gravitations, Montréal, Canada, 352 p.
- LEHOUCQ R. (2004) L'Univers a-t-il une forme? Collection Champs Sciences, Flammarion, Paris, 163 p.
- LEMOAL A. & D. THOUROUDE (2005) Physique Chimie Enseignement de spécialité. Ellipse, Paris, 234 p.
- LEQUEUX J. & al. (2008) Étoiles et matière interstellaire. Ellipses, Paris, 213 p.
- LEVASSEUR-REGOURD A.-C. & al. (2009) Systèmes solaires et planètes. Ellipses, Paris, 249 p.
- LUMINET J.-P. (2005) L'Univers chiffonné. Collection Folio essais, Gallimard, Paris, 487 p.
- MENZEL D.H. & al. (1989) Guide des étoiles et planètes. Delachaux et Niestlé, Paris, Neuchâtel, Milan, 477 p.
- MORRISON Ph. & al. (1993) Les puissances de dix. Les ordres de grandeur dans l'Univers. Pour La Science, L'Univers des sciences, Diffusion Belin, Paris, 158 p.
- PATY M. (2003) La physique du XXe siècle. EDP Sciences, Paris, 328 p.
- REEVES H. (1988) Patience dans l'azur. L'évolution cosmique. Points Sciences S55, Éditions du Seuil, Paris, 328 p.
- RIDPATH I. & S. BRUNIER (1987) Le multiguide nature de l'astronomie. Bordas, Paris, 223 p.
- SERRES M. & N. FAROUKI (ss la dir. de) (1999) Paysages des Sciences. Le Pommier ("Lire l'image"), Paris. 120 p.

### **références d'ouvrages de base en physique, chimie & sciences de la vie et de la terre**

**L'année 2009 est l'année anniversaire du bi-centenaire de la naissance de Darwin.**

- ATLAN H. (1986) Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant. Points Sciences, Seuil, Paris, 288 p.
- BRACK A. & B. LECLERCQ (2003) La vie est-elle universelle? EDP Sciences, Paris, 208 p.
- COLLECTIF (2003) Le monde selon Darwin. Sciences & Avenir HS 134, 83 p.
- COLLECTIF (2007) La Terre de tous les records. Suppl. Science & Vie 1079, 49 p.
- DARWIN Ch. (1859) On the Origin of Species by Means of Natural Selection or The Preservation of Favoured Races in The Struggle for Life. John Murray, London.<sup>141</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Origin\\_of\\_Species\\_title\\_page.jpg](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Origin_of_Species_title_page.jpg)
- DURANDEAU J.-P. & al. (2002) Physique. Terminale S. Hachette Éducation, 374 p.
- DURUPHY A. & al. (2002) Chimie. Terminale S. Hachette Éducation, 342 p.
- DUSSART B. (1979) Principes et applications de l'écologie. 1. Concepts de base. Thèmes Vuibert Université Biologie, Vuibert, Paris, 64 p.
- FELDMAN A. & al. (1984) Les grandes découvertes. Edition Christophe Colomb, Glarus, Belgique, 336 p.
- FLAVIGNY L. & C. NICOLLE (1993) (ss la dir. de) Les animaux sauvages. Les parades amoureuses. Collection Vie Sauvage, Encyclopédie du comportement animal, Larousse, Paris, 168 p.
- FRONTIER S. & al. (2004) ÉCOSYSTÈMES. Structure, Fonctionnement, Évolution. Dunod, Paris, 549 p.

141 Avec 6 éditions (en 1859, 1860, 1861, 1866, 1869 et 1872), « Cet ouvrage est considéré aujourd'hui comme fondateur de la théorie de l'évolution. DARWIN rend hommage à ses prédecesseurs dans une Notice historique, ajoutée à partir de la troisième édition, comme NEWTON l'avait fait dans ses Principia. » [http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman\\_OntheOriginofSpecies.html](http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_OntheOriginofSpecies.html)

« Son livre de 1859, L'origine des espèces, fit de l'évolution à partir d'une ascendance commune l'explication scientifique dominante de la diversification dans la nature. Il examina l'évolution humaine et la sélection sexuelle dans La filiation de l'homme et la sélection liée au sexe, suivi par L'expression des émotions chez l'homme et les animaux. Ses recherches sur les plantes furent publiées dans une série de livres et, dans son dernier ouvrage, il étudia les lombrics et leur action sur le sol. En reconnaissance de son génie, il fut enterré dans l'abbaye de Westminster, près de John HERSCHEL et d'Isaac NEWTON. » [http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Darwin](http://fr.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin)

- GLACHANT E. (1998) (ss la dir. de) La naissance de la terre. Sélection du Reader's Digest, Paris, Montréal, Zürich, 160 p.
- GOHAU G. (2003) Naissance de la géologie historique. Vuibert-Adapt, Paris, 128 p.
- GOULD St. J. (2001) Les coquillages de Léonard. Réflexions sur l'histoire naturelle, Seuil, Paris, 448 p.
- GRUSZOW S. (ss la dir. de) (2008) L'héritage Darwin. Les Dossiers de La Recherche 33, 98 p.
- ICIKOVICS J.-P. (ss la dir. de) (1990) L'évolution. La naissance des espèces. Science & Vie H.S. 173, 156 p.
- KRAFT M. (1978) La terre une planète vivante ! Hachette, Paris, 160 p.
- LABORIT H. (1985) Biologie et structure. Idées, Gallimard, Paris, 190 p.
- LANDON V., J. LOPEZ & S. ORTOLI (ss la dir. de) (1997) L'année des sciences. Circonflexe, Paris, 320 p.
- LAVALLOIS J.-L. (ss la dir. de) (1982) Cent ans après Darwin, l'origine des espèces. Sciences et Avenir H.S. 38, 98 p.
- LE BOVIER de FONTENELLE B. (1991) Entretiens sur la pluralité des mondes. Éditions de l'aube, Paris, 135 p.
- LECOINTRE G., H. LE GUYADER & D. VISSET (2006) Classification phylogénétique du vivant. Belin Sciences, Paris, 559 p.
- LEHNINGER A.L. (1972) Biochimie. Flammarion, Paris, 834 p.
- LOVELOCK J. (1999) La Terre est un être vivant, l'hypothèse Gaïa. Collection Champs, Flammarion, Paris, 183 p.
- NABORS M. (2009) Biologie végétale. Structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies. Pearson Education, France, Paris, 614 p.
- PARKER B.M., R. BALLAND & R. CAZALAS (1955) Les Merveilles de la Nature. Editions des deux coqs d'or, Paris, 216 p.
- SCHRÖDINGER E. (1993) Qu'est-ce que la vie ? De la physique à la biologie. Points Sciences, Seuil, Paris, 240 p.
- SERVAN-SCHREIBER D. (2007) Anticancer. Prévenir et lutter grâce à nos défenses naturelles. Robert Laffont, Paris, 361 p.
- TEILHARD de CHARDIN P. (1976)<sup>142</sup> Le Coeur de la matière. Collection Oeuvres, tome 13, Éditions du Seuil, Paris, 254 p.
- TEILHARD de CHARDIN P. (1996)<sup>143</sup> La Place de l'homme dans la nature. Collection Espaces libres, Albin Michel, Paris, 250 p.
- TEILHARD de CHARDIN P. (2001) L'Avenir de l'homme.<sup>144</sup> Collection Points Sagesses, Éditions du Seuil, Paris, 356 p.
- TEILHARD de CHARDIN P. (2002) L'Énergie humaine.<sup>145</sup> Collection Points Sagesses, Éditions du Seuil, Paris, 236 p.
- TEILHARD de CHARDIN P. (2007) Le Phénomène humain. Collection Points, Éditions du Seuil, Paris, 318 p.<sup>146</sup>

142 TEILHARD de CHARDIN est mort en 1955. Tous ses ouvrages furent donc pour la plupart publiés de façon posthume : L'Apparition de l'Homme (1956), L'Avenir de l'Homme (1959), L'Énergie Humaine (1962), Le Phénomène humain (1965), La Place de l'Homme dans la Nature (1965), Le Cœur de la Matière (1976), In [http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre\\_Teilhard\\_de\\_Chardin](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre_Teilhard_de_Chardin).

143 « Je viens de terminer un ouvrage plus court que Le Phénomène humain (interdit par la Compagnie de Jésus) et mieux au point sur le même sujet, où je ne puis voir où la censure trouvera à mettre les dents, sinon dans le fait que cette perspective est tout illuminée de cette " foi en l'homme " dont on se méfie tant. » Pierre Teilhard de Chardin (1949), La Place de l'homme dans la nature (première parution 1965).

144 « Plus je scrute la question fondamentale de l'avenir de la Terre, plus je crois apercevoir que le principe générateur de son unification n'est finalement à chercher, ni dans la seule contemplation d'une même Vérité, ni dans le seul désir suscité par Quelque chose, mais dans l'attrait commun exercé par un même Quelqu'un. D'une part, en effet, capable d'opérer dans sa plénitude la synthèse de l'Esprit (en quoi consiste la seule définition possible du Progrès), il ne reste au bout du compte, tout bien pesé, que la rencontre, centre à centre, des unités humaines, telle que peut la réaliser un amour mutuel commun. Et d'autre part, entre éléments humains, innombrables par nature, il n'y a qu'une manière possible de s'aimer : c'est de se savoir surcentrés tous ensemble sur un même " ultra-centre " commun, en qui ils ne puissent parvenir chacun à l'extrême d'eux-mêmes qu'en se réunissant » (figure 3b2, tableau 1b).

Pierre Teilhard de Chardin L'Avenir de l'Homme (première parution 1959).

145 « Par Énergie Humaine, j'entends ici la portion toujours croissante de l'énergie cosmique actuellement soumise à l'influence reconnaissable des centres d'activité humaine. À l'état élémentaire (c'est-à-dire considérée à l'intérieur et autour d'un élément humain isolé), cette énergie "hominisée" se présente sous trois formes (...) - L'énergie incorporée est celle que la lente évolution biologique de la Terre a graduellement accumulée et harmonisée dans notre organisme de chair et de nerfs : l'étonnante "machine naturelle" du corps humain. - L'énergie contrôlée est celle que, à partir de ses membres, l'Homme parvient ingénieusement à dominer autour de lui d'un pouvoir physique, au moyen des "machines artificielles". - L'énergie spiritualisée, enfin, est celle qui, localisée dans les zones immanentes de notre activité libre, forme l'étoffe de nos intellections, affections, volitions : énergie probablement impondérable, mais énergie bien réelle cependant, puisqu'elle opère une prise de possession réfléchie et passionnée des choses et de leurs rapports. Tout se passe comme si chaque individu humain représentait un noyau cosmique de nature spéciale, rayonnant autour de soi des ondes d'organisation et d'éveil au sein de la matière. Un tel noyau, pris avec son auréole d'animation, voilà l'unité d'Énergie Humaine. »

L'Énergie Humaine (parution en 1962).

146 « Le choix même du titre l'indique. Rien que le Phénomène. Mais aussi tout le Phénomène. Rien que le Phénomène, d'abord. Qu'on ne cherche donc point dans ces pages une explication, mais seulement une introduction à une explication du Monde. Établir autour de l'Homme, choisi pour centre, un ordre cohérent entre conséquents et antécédents ; découvrir, entre éléments de l'Univers, non point un système de relations ontologiques et causales, mais une loi expérimentale de récurrence exprimant leur apparition successive au cours du Temps : voilà, et voilà simplement, ce que j'ai essayé de faire. [...] Mais tout le Phénomène, aussi. Et voilà ce qui, sans contradiction (quo qu'il puisse paraître) avec ce que je viens de dire, risque de donner aux vues que je suggère l'apparence d'une philosophie. [...] Comme il arrive aux méridiens à l'approche du pôle, Science, Philosophie et Religion convergent nécessairement au voisinage du Tout. Elles convergent, je dis bien ; mais sans se confondre, et sans cesser, jusqu'au bout, d'attaquer le Réel sous des angles et à des plans différents. » Extrait de « l'Avertissement ». Le Phénomène humain, première œuvre publiée de Teilhard, rédigée en 1947, parue en 1955.

L'ÉVOLUTION : **lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives**  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

TORTORA G.J. & al. (2004) *Microbiology. An Introduction*. Pearson & Benjamin Cummings, New York & London, 924 p.

**références : ouvrages de base en mathématiques appliquées & modélisation**

COLLECTIF (2003) *Hasard et probabilités*. *Tangente* HS 17: 48 p.

COLLECTIF (2004) *Les Fractales*. *Tangente* HS 18: 52 p.

DONNADIEU G. & M. KARSKY (2002) *La Systémique, Penser et Agir dans la Complexité*. Éditions LIAISONS, Paris, 269 p.

FIELD M. & M. GOLUBITSKY (1993) *La symétrie du chaos*. InterÉditions, Paris, 160 p.

LEHNING H. (2005) (ss la dir. de) *Les équations algébriques. Aborder les inconnues*. *Tangente* HS 22, 154 p.

LEHNING H. (2007) (ss la dir. de) *Leonhard Euler. Un génie des Lumières*. *Tangente* HS 29, 154 p.

LESPINARD V. & R. PERNET (1964) *Algèbre*. André Desvigne, Lyon, 317 p.

NORDON D. (2006a) Qu'est-ce qu'un exemple ? *Tangente Education* supplément 113: 4-5.

NORDON D. (2006b) Les mathématiques, science expérimentale. *Tangente Education* supplément 113: 14-17.

ZWIRN H.P. (2008) *Les systèmes complexes. Mathématiques et Biologie*. Odile Jacob, Paris, 219 p.

**sites web à consulter, pour approfondir et compléter  
définitions & propriétés : références des sites web (par ordre alphabétique)**

big bang	<a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Big_Bang">http://fr.wikipedia.org/wiki/Big_Bang</a>
bosons	<a href="http://www.higgs-boson.org">http://www.higgs-boson.org</a>
	<a href="http://villemain.gerard.free.fr/Science/PaPartic.htm">http://villemain.gerard.free.fr/Science/PaPartic.htm</a>
corde quantique	<a href="http://www.obspm.fr/actual/nouvelle/jan04/bh-string.fr.shtml">http://www.obspm.fr/actual/nouvelle/jan04/bh-string.fr.shtml</a>
	<a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_des_cordes">http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_des_cordes</a>
	<a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Point%26string.png">http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Point%26string.png</a>
	<a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_fractales_par_dimension_de_Hausdorff">http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_fractales_par_dimension_de_Hausdorff</a>
courbe sigmoïde ou logistique (exemples: caractéristiques du vivant et niveaux du vivant)	<a href="http://www.ehess.fr/revue-msh/pdf/N167R893.pdf">http://www.ehess.fr/revue-msh/pdf/N167R893.pdf</a>
	<a href="http://www.unice.fr/LEML/Francour_Internet/Fichiers_en_ligne/Cours_2_Croissance_Predation_Stabilite_part_1.pdf">http://www.unice.fr/LEML/Francour_Internet/Fichiers_en_ligne/Cours_2_Croissance_Predation_Stabilite_part_1.pdf</a>
	<a href="http://www.ecosociosystemes.fr/resistance.html">http://www.ecosociosystemes.fr/resistance.html</a>
galaxie	<a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Galaxie">http://fr.wikipedia.org/wiki/Galaxie</a>
graviton	<a href="http://www.universalis.fr/encyclopedie/T000108/GRAVITON.htm">http://www.universalis.fr/encyclopedie/T000108/GRAVITON.htm</a>
	<a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Graviton">http://fr.wikipedia.org/wiki/Graviton</a>
	<a href="http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&amp;definition=8067">http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&amp;definition=8067</a>
	<a href="http://www.scienceagogo.com/message_board5/messages/678.shtml">http://www.scienceagogo.com/message_board5/messages/678.shtml</a>
neutrons	<a href="http://www.universalis.fr/encyclopedie/C099033/NEUTRON.htm">http://www.universalis.fr/encyclopedie/C099033/NEUTRON.htm</a>
noyau atomique	<a href="http://www.universalis.fr/encyclopedie/N130571/NOYAU_ATOMIQUE.htm">http://www.universalis.fr/encyclopedie/N130571/NOYAU_ATOMIQUE.htm</a>
particules élémentaires	<a href="http://www.universalis.fr/encyclopedie/N132880/PARTICULES_ELEMENTAIRES.htm">http://www.universalis.fr/encyclopedie/N132880/PARTICULES_ELEMENTAIRES.htm</a>
	<a href="http://forums.futura-sciences.com/physique/143111-annihilation-positon-electron.html">http://forums.futura-sciences.com/physique/143111-annihilation-positon-electron.html</a>
planète (l'homme, les sciences, la planète)	<a href="http://www.natgeo.fr">http://www.natgeo.fr</a>
quantum de Planck	<a href="http://www.universalis.fr/encyclopedie/Z020808/QUANTUM_DE_PLANCK.htm">http://www.universalis.fr/encyclopedie/Z020808/QUANTUM_DE_PLANCK.htm</a>
	<a href="http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/matiere-1/d/temps-de-planck_2003">http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/matiere-1/d/temps-de-planck_2003</a>
	<a href="http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/matiere-1/d/longueur-de-planck_2004">http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/matiere-1/d/longueur-de-planck_2004</a>
quasar	<a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Quasar">http://fr.wikipedia.org/wiki/Quasar</a>
trou noir	<a href="http://fr.wikipedia.org/wiki/Trou_noir">http://fr.wikipedia.org/wiki/Trou_noir</a>
Univers	<a href="http://villemain.gerard.free.fr/Science/UnivDim.htm">http://villemain.gerard.free.fr/Science/UnivDim.htm</a>
vie : an electronic page for each species of organism on Earth, colorful images, available from everywhere by a single access	<a href="http://www.eol.org">http://www.eol.org</a>
	EOL Encyclopedia Of Life

recherches complémentaires, avec vos mots clés, sur sites web

encyclopédie universalis <http://www.universalis.fr>

encyclopédie wikipedia <http://fr.wikipedia.org>

## glossaire

**acteur clef-de-voûte** : Par sa présence il permet la survie du système. À sa disparition le système disparaît.

**agoantagonisme** : Le comportement **glocal** “émergent” est la conséquence des **inter-actions conjointes** d'acteurs locaux, antagonistes, mais **indissociables** au sein du même Tout **global** (figures 2a. & 2b1.).

**approche systémique** : <http://www.afscet.asso.fr> (figure 4).

**ARMSADA** : <http://www.armsada.eu> (tableau 2).

**atome** : “Qui ne peut être divisé“ sans être détruit. C'est autant le cas pour une cellule que pour un élément atomique ! Et la destruction de leur niveau d'organisation respectif révèle un niveau d'organisation inférieur “adjacent“ qui, à son tour, ne peut être divisé sans être détruit (celui des monères ou celui des particules sub-atomiques), du fait de l'émergence, par juxtaposition et emboîtement de tout nouveau plan d'organisation ! (figure 2a).

**capacité d'accueil** (ou d'accueillir) : Tout écoexotope fournit une capacité d'accueil **partagée par tous** les endophysiotopes qui occupent le même écoexotope de survie. Tôt ou tard, tout endophysiotope est un écoexotope d'accueil pour d'autres formes de vie (figure 2, a & b, tableau 2b).

**capacité d'être accueilli** : La survie d'un endophysiotope n'est **durable que si elle est soutenable** par son écoexotope de survie. La capacité d'être accueilli est à la fois la façon dont un endophysiotope “ménage“ son écoexotope et la manière dont il est lui-même “accueillant“ pour d'autres endophysiotopes... “sa survie est **soutenue**, si elle soutient celles d'autres formes de vie“ (figure 2b2.).

**écoexotope** : espace-temps **externe** de survie et d'action (figure 1b.).

**écophase** (Dussart, 1979) : phase de survie, avec **une limite inférieure et une limite supérieure** définies dans l'espace et dans le temps, et définie par l'interaction entre endophysiotope est écoexotope (Bricage, 2009c).

**endophysiotope** : espace-temps interne de fonctionnement (Bricage, 2001b, 2003) (figure 2).

**ergodique** : du grec, *erg* chose faite, travail, *action*, & *ic* semblable (Cailleux & Komorn, 1981).

**évolution** : “déroulement ordonné, d'ensemble, avec succession de phases“ (Collectif, 1980).

**fractal(e)** : Un objet est dit “fractal“ s'il est globalement constitué de sous-parties localement identiques à l'objet, à un facteur d'échelle près. Son organisation structurale est homothétique par emboîtement (Bricage, 2001b). « *Une fractale reste semblable à elle-même, quel que soit le grossissement sous lequel on la regarde.* » (Nordon, 2006b).

**glocal** : ni **global** et ni **local**, et, à la fois **global** et **local** (Bricage, 2004) (figure 4).

**homothétique** : du grec, *homo* même, *semblable*, & *thet* “placé“ ... (Cailleux & Komorn, 1981).

**intégration** : action “de ne faire qu'un avec“, d'être **inséparable d'un Tout auquel on “appartient”**.

**macroscopique** : du grec, *macro* très grand, le niveau macroscopique est celui de l'**échelle humaine**, accessible aux sens humains, “qui se voit à l'oeil nu“, niveau d'auto-référence : “charité bien ordonnée commence par soi-même“ !

**mésoscopique** : du grec, *méso* au milieu, (de dimension, ou d'effet) intermédiaire et *scope* “voir“.

**métamorphose** : **brisure de développement**, toujours caractérisable par 3 phénomènes concomitants, la disparition (destruction) de structures fonctionnelles anciennes, l'apparition (mise en place, émergence) de structures fonctionnelles nouvelles et le remaniement de structures anciennes conservées (Bricage, 2005a, c & d).

**microscopique** : du grec, *micro* très petit, du domaine du **micron** (10p-6 m), inaccessible sans microscope.

**monère** : du grec, *mono* un, organisme vivant dont l'endophysiotope est confiné **en un unique compartiment** par une unique membrane (bicouche lipidique).

**nanoscopique** : du grec, *nan* “nain“, du domaine du **nanomètre** (10p-9 m).

**niveau(x) d'organisation** : (organisation **spatiale et temporelle**) Tout niveau est défini par les 7 caractéristiques du vivant (figure 1a.), par un endophysiotope et un écoexotope (figure 1b), caractéristiques de sa place dans l'échelle des ordres de grandeur (tableau 1 : **tableau de la classification périodique du vivant**).

**régression** : du latin, *gress* “marche“, *retro* “en arrière, en sens inverse“, retour à un état antérieur (figure 1c.).

**suprigration** : du latin, *gress* “marche“, *supra* “au dessus“ (“bond“ vers un état nouveau : tableau 1b).

**système** : du grec, *sys* “ensemble“, “qui ne fait qu'un“ bien qu'il soit constitué d'éléments d'origines diverses.

**téléscopique** : du grec, *tele* “(très) loin, à distance, fin, extrémité“ et *scop* observer (Cailleux & Komorn, 1981).

**transgression** : du latin, *gress* “marche“, *trans* “à travers, au-delà“ (“rupture“).

**virus** : organisme parasite dont l'écoexotope de survie active est l'endophysiotope d'une monère (Bricage, 2005c & d), une bactérie, ou un compartiment cellulaire dérivé d'une monère (noyau, mitochondrie, chloroplaste, hyaloplasme).

## index

- agoantagonisme : p. 48, 77.
- approche systémique : p. 8, 11, 92 à 95 (figures 1 & 2).
- ARMSADA : p. 2, **19 à 26**, 28, 29, 34, 42, 44, 47, 48, 54, 60, 62, 63, 70, 71, 76, 77,  
*notes de bas de page* : p. 14, *figures* : 93 (figure 1c), 95 (figure 2b), 107 à 109 (tableau 2).
- association(s) : p. **18 à 26**, 28, 38, 48, 70, 71, 76, 77, 95, 107, 109.
- atome : p. 7, 16, 28, 29, 32, 34, 35, 39, 42, 43, **44 à 49**, 51, 54, 58, 59, 64, 65,  
*notes de bas de page* : p. 7, 18, 29, 39, 43, 70, 77.
- autonomie : p. 17, 18, 21, 23, 26, 42, 71. (semi-autonomie : p. 95.)
- avantages : p. 2, 18, **19 à 26**, 48, (voir ARMSADA).
- cancer : p. **25 à 27**.
- capacité d'accueil : p. 13, 19, 21, 22, 24, 25, 93 à 95.
- capacité d'être accueilli : p. 22, 24, 93 à 95.
- cellule : p. 2, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 105, 106,  
*notes de bas de page* : p. 6, 14, 18, 19, 24, 29, 47, 57, 70.
- croissance : p. **11 à 16**, 20 à 23, 28, 30, 33, 36 à 41, 43, 46, 49, 53, 58, 61, **65 à 71**, 75, 78, 107,  
*figures* : **92 à 95**, **101 à 104 (figure 3)**, 107, *notes de bas de page* : p. 38, 57, 62.
- cycle : p. 14 à 16, 28, 31, 34, 37, 39, 46 à 49, 51, 74, 93.
- développement : p. 44, 46, 49, 51, 65, 70, 93, **loi ontogénétique** : 99 à 104 (figure 3), 105 & 106 (tableau 1).
- échelle(s) : p. 16, 19 à 21, 27, 92, 94, 96 à 98, 102, 103, 107, *notes de bas de page* : 38, 53, 62, **69**, 70.
- écoexotope : p. 12, 13, 16 à 28, 40 à 46, 53 à 57, 74, 92, 93, 95, 105.
- écophase(s) : p. 27, 37, 39, 40, 65, 69, 93, 97.
- émergence : p. 5, 12, 16 à 20, 23, 25, 34, 42, 45, 47, 51, 54, 56, 60, **61 à 65**, 71, 75, 105.
- endophysiotope : p. 12, 13, 19, **21 à 26**, 30, 74, 93, 95, 105, 107.
- énergie : p. 92, 95, 97, 103.
- épigénétique : p. 14, 94 (figure 2), 104 (figure 4).
- ergodicité : p. 42, 60, 63, 71, 78, 94, 95, 102, 105.
- espace-temps-action : p. 16, 52, 54, 57, **59 à 65**, 69, 97, **99 à 102 (figure 3)**.
- évolution : p. **15 à 23**, 26, 28, 30 à 34, 41, 44, 48, 57, 65, 68, 72, **76, 77**, 103.  
*notes de bas de page* : 1, 5, 22, 69, 86, 87. (évolution créatrice : p. 2, 100, 104, 106.)
- flux : p. 11, 12, 17, 32, 34, 43, 49, 53, 56, 57, 92, 95, 102.
- fractal(e) : p. 17, 36, 41, 42, 57, 58, 63, **70**, 94, **102**, 107, *notes de bas de page* : p. 36, 70.
- galaxie : p. 6, 7, 8, 18, 30 à 41, 74, 77, 96, 100, 105, 106.
- génétique : p. 14, 16, 24, 26, 40, 46, 59, 60, 72.
- global : p. 8, 20, 28, 33, 53, **58 à 63**, **70**, **71**, 96, 100, 101, 102, 109.
- glocal : p. 28, 49, 56, 72, 89.
- héritage : p. 14, (et contingence : p. 93 à 95, 105, 106).
- hôte : p. 2, 13, 20, **22 à 24**, 44.
- humanité : p. 3 à 7, 28, 72, 106 (point d'inflexion).
- inconvénients : p. 2, 18, **19 à 26**, 48, **76, 77**, 93, 95, 107, 109, (voir ARMSADA).
- intégration : p. 13, **16 à 21**, 23, 27, 29, 37, 40, 44, 51, 53, 61, 62, 64, 71, 76, **92 à 95 (figures 1 & 2)**, 102.
- itération : p. 71, **94 (figure 2)**, 102, 104, 105.
- local : p. 8, 21, 28, 33, 36, 38, 42, 52, 57, **58 à 63**, 71, 105.
- macroscopique : p. 13, 49, 89, 91, 100, 105.
- matière : p. 11 à 17, 27 à 36, 39 à 45, 49 à 54, 59 à 61, 64 à 66, **70, 71, 76, 78**.
- métamorphose : p. 18, 21, 23, 25, 51, 55, 71, 89, 95, 105.
- microscopique : p. 20, 29, 40, 49, 58, 91, 100, 105.
- molécule : p. 15, 20, 28, 39, **41 à 49**, 59, 62, 67, 76, 96, 100, 105, 106.
- monère(s) : p. 17, **23 à 25**, 27 à 29, 32, 38, 40, 42, 76, 96, 100, 105, 106.
- mouvement : p. 14, 21, 23, 27, 28, 30, 32, 36, 41, 43, 45, 48, 50, 51, 60, 61, 64, 65, 73, 78, 92.

<u>niveaux</u>	: p. 15 à 23, 27, 48, 51, <b>60 à 67</b> , 71, 72, 76, <b>91, 92, 94, 95, 102, 105 &amp; 106</b> (tableau 1).
<u>organisation</u>	: p. 1, 12, 15, 18, 27, 59, 70, 77, 87, <b>92 à 95, 105 à 107</b> (tableau 1).
<u>partage</u>	: p. 13, 24, 36, 37, 44, 94, 95, 108.
<u>particule(s)</u>	: p. 7, 28 à 31, 39, 40, 45, 48, <b>49 à 58</b> , 63, 75, 97, 105, 106.
<u>parties</u>	: p. 16, 18, 21, 23, 25, 32, 42, 45, 47, 50, 51, 54, 57, 71, 77, 95.
<u>quantum</u>	: p. 47, <b>49 à 57</b> , 59, 60, <b>67 à 71</b> , 96, 97, 100, 102, 105.
<u>réaction</u>	: p. 12, 21, 28, 32, 43, 45, 51, 53, 92.
<u>réciprocité</u>	: p. <b>18 à 26</b> , 28, 48, 52, 65, 66, <b>72, 76, 77, 95, 102, 107</b> .
<u>reproduction</u>	: p. <b>13 à 16</b> , 23, 25, 28, 32, <b>33, 37, 40, 44, 46, 49, 51, 60, 65, 69 à 71, 76 102</b> .
<u>rétrogression</u>	: p. 2, <b>14, 26, 47, 63, 71, 78, 93</b> .
<u>se survivre</u>	: p. 13, 16, 23, 28, 33, 37, 41, 46, 47, 51, 54, 60, 61, 65, 66, 71, 76, 92 à 95.
<u>stimulation(s)</u>	: p. <b>11 à 14</b> , 23, 28, 32, 40, 43, 45, 56, 61, 64, 68, 92.
<u>supragression</u>	: p. 63, 64, 70, 76, 91, <b>tableau de la classification périodique du vivant</b> : p. 105 & 106.
<u>survivre</u>	: p. 11 à 14, 16, 17, 20, 23 à 25, 27, 29, 33 à 35, 39, 41, 47, 53, 54, 66, 76, 92, 93, 95.
<u>système</u>	: p. 2, 3, 8, <b>11 à 23</b> , 29 à 37, 42, 45, 47, 49, 52 à 56, <b>66, 68, 92 à 97 (figures 1 à 3)</b> , 105, 106, notes de bas de page : p. 18, 20, 22, 38, 55, 62, 64, 74, 87.
<u>systémique</u>	: p. 8, 11, 12, 21, 29, <b>41, 63, 68, 71, 77, 78, 95, 97, 104, 105, 107</b> .
<u>Tout</u>	: p. 2, 18, 23, 29, 45, 47, 48, 50, 51, 54, 57, 59, 66, 71, 77.
<u>transgression</u>	: p. 4, 18, 23, 89.
<u>Univers</u>	: p. 6 à 8, 15, 16, 27, 30, <b>34 à 37</b> , 39 à 41, 49 à 53, 62 à 63, 66 à 71. notes de bas de page : 5, 6, 7, 8, 36, 38, 39, 41, 66, 69, 72, 73, 87, figures : p. <b>96 à 109</b> .
<u>vivant "vivant"</u>	: p. <b>5 à 8, 11, 92 &amp; 93 (figure 1), 94 &amp; 95 (figure 2), 96 (figure 3a)</b> .
<u>virus</u>	: p. 17, <b>23 à 26</b> , 44, 64, 76, 81, 91, 107.

### images : sur sites web (par niveaux d'organisation)

#### niveau **téléscopique**

History of astronomy and science <http://www.astronomynotes.com>

An overview of astronomy's place in the scientific endeavor, the philosophy of science and the scientific method.

Picture of the Day (Astronomy) <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>

Discover the cosmos! Each day a different image of our fascinating Universe is featured, along with a brief explanation written by a professional astronomer, and a lot of links to other pictures and to the **definitions of the vocabulary and the concepts**.

Le site scientifique d'étude de l'Univers <http://www.astrosurf.com/univers/sommaire.htm>

Le site du télescope spatial Hubble <http://hubblesite.org>

#### niveau **macroscopique**

L'homme, les sciences, la planète (biosphère terrestre) <http://www.natgeo.fr>

#### niveau **microscopique**

##### Cells

A virtual cell diagram <http://web.jjay.cuny.edu/~acarpi/NSC/13-cells.htm>

A visual tour of cells, bacteria, viruses and their interactions <http://www.cellsalive.com>

Biological illustrations and graphics of cells <http://www.rkm.com.au/CELL>

Cells alive! Gallery <http://www.cellsalive.com/gallery.htm>

Cell & Molecular Biology Online - Images <http://www.cellbio.com/images.html>

#### remerciements :

tout particulièrement à mes amis de l'AFSCET (<http://www.afscet.asso.fr>), pour le soutien de ma réflexion,

Gérard DONNADIEU pour sa confiance inébranlable en l'approche **systémique**,

Élie BERNARD-WEIL pour son concept des **stratégies paradoxaux agoantagonistes**,

Emmanuel NUNEZ pour son concept de **supragression**,

Éric BEAUSSART pour sa grande culture "stimulante" et sa traduction, pour les membres de l'AFSCET, en 2001, du cycle des conférences de Stuart KAUFFMAN *"Les recherches de la nature d'agents autonomes et les mondes qu'ils créent naturellement."*

Et à tous les membres de l'AFSCET, et plus particulièrement Évelyne ANDREEWSKY et Lucien MEHL,

dont l'écoute attentive et le questionnement m'ont été un encouragement constant



**L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.**

## documents

**Figure 1. Les caractéristiques fonctionnelles mutuellement nécessaires et suffisantes du vivant.**

La première étape a été d'identifier et de définir toutes les capacités fonctionnelles mutuellement nécessaires et suffisantes pour définir la vie, car elles "habitent" tous les niveaux d'organisation du vivant, quelle que soit l'échelle d'observation (Bricage, 2006b).

Elles permettent de définir tout niveau d'organisation, quelle que soit l'échelle (Figure 1a.)

Les capacités fonctionnelles caractéristiques du vivant sont connues depuis longtemps (Parker, Balland & Cazalas, 1955). Pour **survivre**,

- « **Tous les êtres vivants ont des besoins qui leur sont communs; il leur faut de la nourriture et de l'eau. Des transformations chimiques se produisent chez tous. Les aliments sont employés à fournir de l'énergie. Des déchets sont constamment produits qui doivent être éliminés.** ». C'est la capacité de **mobilisation de la matière et de l'énergie**. "Survivre c'est manger !"
  - « **Tous peuvent grandir et grossir, c'est-à-dire croître.** ». C'est la capacité de **croissance**.
  - « **Tous ont la possibilité de produire des êtres qui leur ressemblent.** ». C'est la capacité de **reproduction (se survivre)**.
  - « **Tous possèdent quelque aptitude au mouvement.** ». C'est la capacité de **mouvement**.
  - « **Tous réagissent aux changements du milieu qui les environne.** ». C'est la capacité de réagir, de **répondre à des stimulations**.

« Il n'existe aucun caractère distinctif qui permette de séparer les plantes des animaux. »

Outre les ressemblances précédentes, pour "caractériser" les organismes vivants "vivants", individuellement, par leurs différences, il faut prendre en compte et expliciter deux caractéristiques supplémentaires : l'organisation et l'intégration.

- « **Un crapaud a des yeux, des oreilles, des os, des muscles et un cerveau. Un champignon ne possède aucun de ces organes... Les cellules de la plupart des plantes ont des parois faites de cellulose.** » (Parker, Balland & Cazalas, 1955).

Ces différences sont des différences d'organisation de l'endophysiotope.

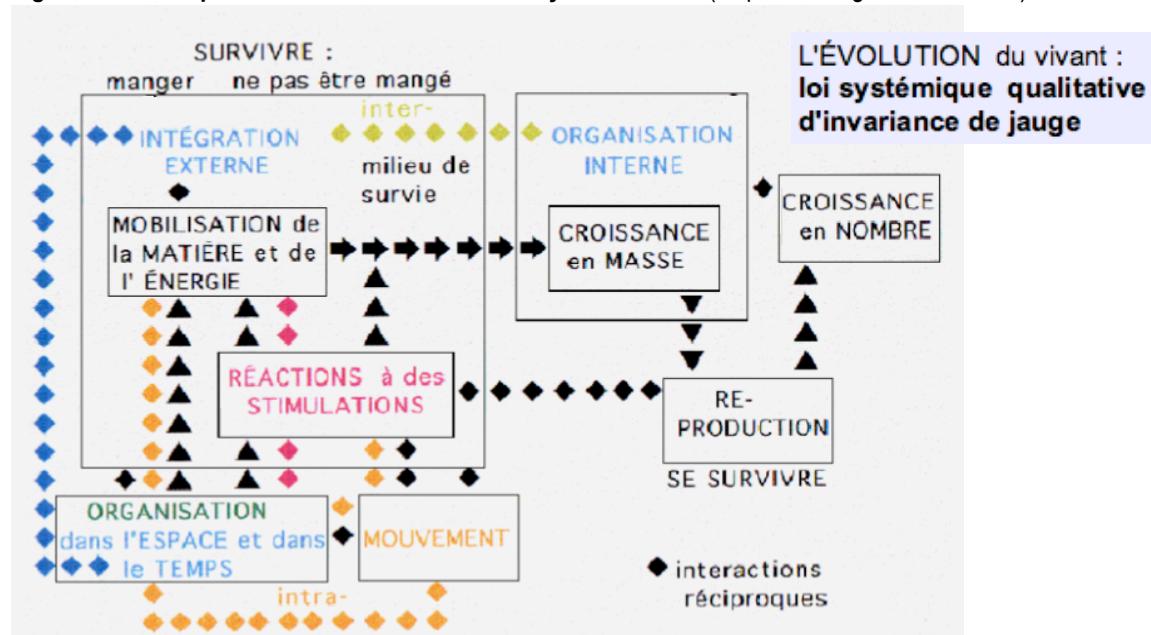
- « Chez les Vertébrés, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères, la colonne vertébrale est faite d'os séparés appelés vertèbres. C'est à leur présence qu'ils doivent leur nom de Vertébrés... Les poissons et les amphibiens sont des animaux "à sang froid". Ils empruntent au milieu extérieur la chaleur nécessaire. Les oiseaux et les mammifères sont "à sang chaud". Toute leur chaleur est produite par la combustion des aliments qu'ils absorbent. » (Parker, Balland & Cazalas, 1955).

Au-delà des ressemblances d'organisation, c'est l'intégration à un écoexotope de survie, c'est-à-dire l'ensemble des interactions entre l'écoexotope et l'endophysiotope, qui détermine les aptitudes à survivre et à se survivre d'une forme de vie (Brigand, 1984, 1986a) :

« Le littoral est habité par des milliers d'espèces d'animaux invertébrés. Les animaux du littoral sont soumis à l'action des marées,... des vagues puissantes battent les rivages. Certains d'entre eux synchronisent leurs déplacements avec ceux de la mer. D'autres s'enfoncent dans le sable, à marée basse, attendant là le retour du flux. D'autres encore se fixent solidement aux roches. »

« La grenouille est un amphibiens. Les amphibiens doivent leur nom à leur mode de vie. Amphibie signifie "qui peut vivre dans 2 milieux". Un amphibiens naît et commence sa vie dans l'eau, avec des branchies, comme un petit poisson. Il n'a pas de pattes. Plus tard, il devient un animal à respiration aérienne. Des pattes se développent en même temps que les poumons. » (Parker Balland & Cazalas, 1955)

Figure 1a. Les capacités fonctionnelles de tout système vivant (d'après Bricage, 1998, 2000a)



<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Crete02/Bricage.pdf>

Figure 1b. SCHÉMA d'un système vivant : écoexotope & endophysiotope.



Figure 1c. TABLEAU de comparaison entre les endophysiotopes des gamètes mâle et femelle.

Les gamètes d'un organisme métacellulaire (Métaphyte ou Métazoaire) sont formés par régression : retour au niveau d'organisation inférieur adjacent (niveau cellulaire). Les gamètes séparément ne peuvent survivre qu'un temps limité et ils sont incapables de se survivre, sauf s'ils se rencontrent et fusionnent pour re-donner, "par juxtaposition et emboîtement", le niveau d'organisation supérieur adjacent au leur, l'organisme, capable de se survivre et de survivre, et dont la survie dure "une éternité" par rapport à la durée de survie des gamètes. Chez l'homme, les gamètes survivent environ 24h, 1 jour, alors que l'organisme, producteur de gamètes, peut survivre 100 ans voire plus, soit près de 40.000 jours, **40.000 fois plus**, mais il n'acquiert sa capacité de re-production qu'à partir de 11 ans, environ 4000 jours, le dixième de sa durée de vie. Souvent plus de 20 ans séparent 2 générations.

spermatozoïde	capacités fonctionnelles		ovule
	survivre	croissance	
non hyperspecialisée	-	+++++	hypercroissance banale
hyperactif	+++++	+	inerte, mouvement passif (sauf si pénétration par un spermatozoïde)
+++++	-	-	dormance physiologique
+++++	flux de matière et d'énergie	-	
+++++	intégration	+	
condamnés à mort, sauf s'ils se rencontrent			
pour se survivre			
pas de maintien du niveau d'organisation (cellule : niveau i)			
pas de mise en place d'un nouveau niveau d'organisation (organisme : niveau i+1)			
sauf s'ils se rencontrent			

Les cellules germinales (niveau d'organisation cellulaire i) ont perdu une partie des caractéristiques de leur niveau d'organisation. En conséquence, elles ne survivent qu'un temps très court et sont incapables de se survivre (de redonner leur forme de vie), sauf si elles se rencontrent..., elles donnent alors naissance à un "œuf" et sont ainsi à l'origine de l'émergence du niveau adjacent supérieur d'organisation : l'organisme (niveau i+1).

La structure fractale du vivant est à la fois la conséquence de la juxtaposition et de l'emboîtement des niveaux d'organisation et de l'hyperspecialisation modulaire à chaque niveau d'organisation.

Le passage du niveau i au niveau i+1 est une transgression.

Le retour du niveau i+1 au niveau i est une régression.

Tout être vivant est caractérisé par un cycle de développement, avec des écophases dépendant du niveau d'organisation de son endophysiotope et correspondant à son mode d'intégration à son écoexotope.

Son endophysiotope possède une capacité d'être accueilli qui lui permet de "bénéficier" des avantages et des inconvénients d'une capacité d'accueil d'un écoexotope "spécifique" (Figure2).

documents adaptés d'après (Bricage, 2006a & b) texte : <http://www.afscet.asso.fr/pbAnde06txt.pdf>

figures : <http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOsystemique/bibliographie/pbAnde06fig.pdf>

L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

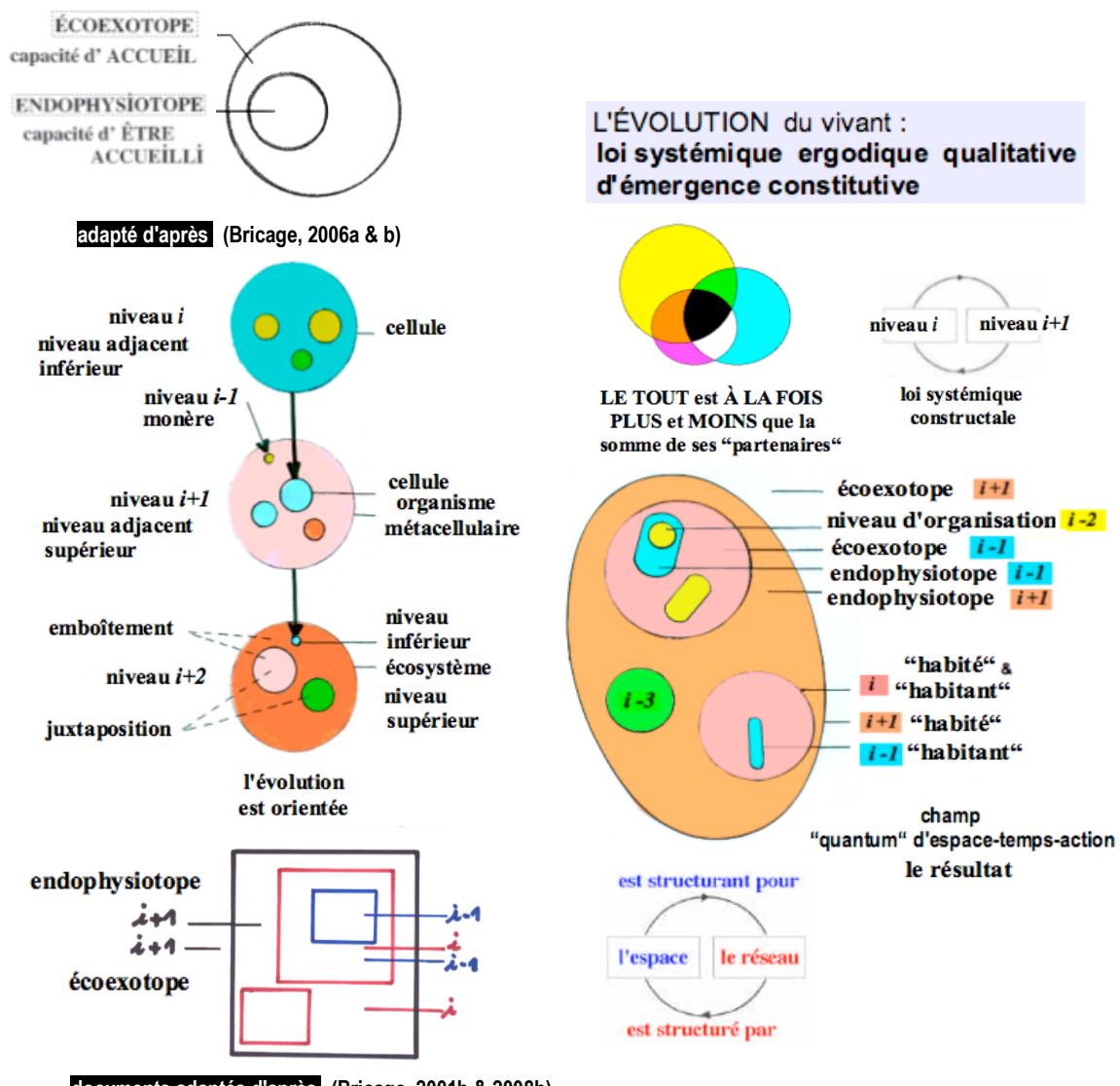
**Figure 2. Niveaux d'organisation et échelles d'emboîtements hiérarchiques.**

**L'ergodicité est la conséquence de la modularité.** Elle détermine la dimension fractale de l'Univers (Figure 3d3). Chaque module est, ou a été, un niveau d'organisation et d'intégration.

Chaque module est “défini” par ses **limites d’organisation**, d’espace (volume 3D “confiné”) et de temps (le temps de génération est la durée minimale de survie), et par ses **limites d’intégration** : sa capacité d’accueil et sa capacité d’être accueilli.

C'est l'invariance fonctionnelle, qualitative (Figures 1a & 4), qui gouverne cette fractalité quantitative (Figure 2a).

**Figure 2a. Tout système vivant est un macro-état, organisé de micro-états, à la suite de brisures de symétrie.**



to the (shortest) distance to the

« *Cette complexification ne peut se poursuivre indéfiniment*, car c'est par la surface que se réalisent les é

“Cette complexification ne peut se poursuivre indéfiniment, car c'est par la surface que se réalisent les échanges et “le plus complexe” ne peut être élaboré qu'à partir du moins complexe qui l'entoure.» (Laborit, 1985).

« L'auto-organisation se réalise par diminution de la redondance. » (Atlan, 1986).

« La dimension fractale mesure la façon dont les objets emplissent l'espace. » (Thys, 2009).

« *Le vivant c'est le local qui fait échec au global pendant un temps limité* »

**Le désordre accompagne le temps, l'ordre (l'espace) défie et crée le temps. »** (Schrödinger, 1993).

Figure 2b. Tout nouveau niveau d'organisation émerge à la suite de la mise en place d'une association à avantages et inconvénients réciproques et partagés, une ARMSADA.

Figure 2b1. Organisation et intégration : l'ergodicité.

L'endophysiotope du niveau  $i+1$  est l'écoexotope du niveau  $i$ . Les flux inter-niveaux  $i$  sont des flux intra-niveau  $i+1$ .

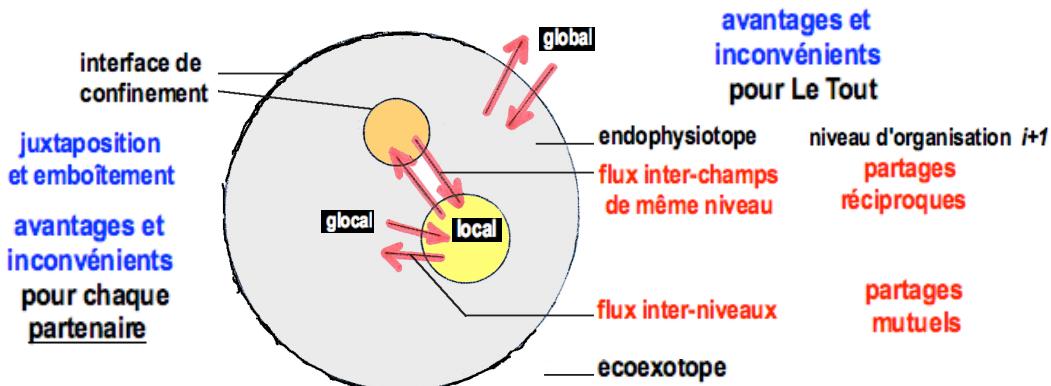


Figure 2b2. ARMSADA (adapté d'après Bricage, 2003).

Tout "être vivant" est un système organisé indissociable de son écoexotope de survie.

Quel que soit le module de survie,  
quel que soit son niveau d'organisation,  
survivre c'est d'abord manger et ne pas être mangé.

Tout bio-système est un éco-système, dont l'équilibre peut être rompu ou différent.

Le Tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties.

L'écoexotope est le facteur limitant de la croissance de l'endophysiotope.

Au sein d'une ARMSADA, la survie de l'un passe par celle de l'autre et réciproquement :

pour que l'un survive, il faut d'abord que l'autre survive, et réciproquement.

Tout ce qui est un avantage pour l'un des partenaires est un inconvénient pour l'autre, et réciproquement.

Quel que soit le module de survie,  
quel que soit son niveau d'organisation,  
survivre c'est transformer les inconvénients en avantages,  
et éviter que les avantages deviennent des inconvénients.

Au sein d'une ARMSADA, l'intégration est, à la fois, la cause et la conséquence (loi systémique constructive) de l'organisation, et réciproquement. C'est une mise en adéquation par métamorphose, simultanément de tous les partenaires.

- Quel que soit le module de survie, quel que soit son niveau d'organisation,
- 1.- il est **semi-autonome**, il ne possède pas en lui la loi de tous ses déterminismes,
  - 2.- il ne peut survivre que si les autres niveaux d'organisation et d'intégration, qu'il contient globalement, et dans lesquels il est contenu localement, survivent d'abord,
  - 3.- il survit, et se survit, "glocalement" et par subsidiarité, aussi bien vis-à-vis des niveaux adjacents inférieurs qu'il contient, que vis-à-vis des niveaux adjacents supérieurs qui le contiennent. (subsidiaire : de subsidium "secours", un subside fourni pour venir à l'appui d'autrui est prévu par un engagement contractuel).
  - 4.- Tous les modules, à tous les niveaux, et toutes les associations, possèdent les 7 capacités caractéristiques du vivant : la mobilisation de la matière et de l'énergie, la croissance, la réactivité aux stimulations, le mouvement, l'organisation, en adéquation avec l'intégration au milieu de survie, pour survivre, et la reproduction, pour se survivre.
  - 5.- Seules perdurent les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés (Bricage, 2005b).

L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Figure 3. La loi quantitative de l'inter-relation entre l'espace et le temps.

Figure 3a. Les échelles du vivant : données brutes. (0)

	ordre de grandeur de l' <u>échelle dimensionnelle Y</u> &		ordre de grandeur de l' <u>échelle temporelle associée X</u> , mais à l'état libre		
	échelle 1D probable	échelle 3D V <sub>A</sub> estimé, en m <sup>3</sup>	durée de survie estimée	âge "reproductif" possible t <sub>g</sub> en s	temps de formation
quantum de Planck	10p-35 m (1)	10p-105	?	10p-35 s ?	10p-43 s (2) ?
cordes	10p-34 m	10p-100 ?	?	10p-34 s ?	10p-35 s ?
supercordes	10p-33 m	10p-98 ?	?	10p-33 s ?	10p-35 s
graviton (4)	10p-29 m	10p-87	10p-4 s ? (5)	10p-25 s ?	10p-33 s
neutrinos	10p-23 m	10p-69		10p-13 s	
préons	10p-21 m	10p-63		10p-9 s	
boson Z°	10p(-20à-18) m	10p(-60à-54)	10p-4 s (6)	10p-7 s ?	10p-30 s ?
gluons			10p-3 s	10p-7 s	
quarks	10p(-19à-18) m	10p(-57à-54)	10p-2 s (7)	10p-6 s	10p-27 s (8)
électron	10p-18 m	10p-54		10p-4 s	10p-15 s (9)
neutron	10p-15 m	10p(-48à-45)		10p(-3à-2) s	10p-6s ?
proton	10p-15 m	10p-45	10p+39 s ? (10)	10p-3 s ?	10p-4 s
noyaux	10p-14 m	10p-42		10p-2 s	
atomes	10p(-11à-9) m	10p-30	?	10p(-1à0) s	10p-10 s (11)
molécules	10p(-9à-7) m	10p(-27à-21)		10p(0à+1) s	
organismes	10p(-8à-6) m	10p(-24à-18)		10p(+2à+3) s	
monères	10p(-6à-3) m	10p(-18à-9)		10p(+3à4) s	
cellules	10p(-5à-2) m (12)	10p(-15à-6)		10p(+5à6) s	(13)
organismes	10p(-3à+2) m	10p(-9à+3)		10p(+7à+9) s	
écosystèmes	10p(+3à+6) m	10p(+9à+18)		10p(+9à+10) s	
biosphères	10p(+6à+9) m (14)	10p(+18à+27)		10p(+11à+12) s	
systèmes stellaires	10p(+13à+16) m	10p(+42à+48)		10p(+12à+14) s (15)	
galaxies	10p(+19à+21) m	10p(+54à+62)		10p(+16à+17) s	
amas de galaxies	10p+24 m	10p(+63à+72)		10p(+17à+18) s	
Univers	10p+26 m	10p(+75à+78) (16)	plus de 10p+18 s		
échelle globale	de -35 à +26 = 62	(17) (18) (19)	de -43 à +18 = 62		

pour l'échelle des temps (t<sub>g</sub>), en seconde s (10pX) ou X est le niveau de l'échelle : (20)

1min = 60 s (100=10<sup>2</sup> ou 10p+2 niveau +2 de l'échelle des puissances de 10), 1h = 60 min = 3.600 s (1000=10<sup>3</sup> ou 10p+3 niveau +3 de cette même échelle, en fait entre 3 et 4, mais plus proche de 3), 1j = 24 h = 86.400 s (100.000=10<sup>5</sup> niveau +5), 1 mois = 30 j = 2.592.000 s (3.10<sup>6</sup> niveau +6), 1 an = 365 j = 31.536.000 s = (3.10<sup>7</sup> niveau +7), 1 siècle (niveau +9), 1000 ans (niveau +10), 1 million d'années (niveau X = +13), 1 milliard d'années (niveau +16), 4,5 milliards d'années (niveau +17), 30 milliards d'années (niveau +18)

1s (niveau 0, 10<sup>0</sup>=1), 1 milli-seconde (0,001=10<sup>-3</sup> ou 10p-3 niveau -3), 1 micro-seconde (10p-6 niveau -6), 1 milliardième de seconde (niveau -9), temps de Planck t<sub>p</sub>= 5,39 10p-44 s (ou 1,38 10p-43 selon les auteurs, niveau X = -43). Le temps de Planck est le temps qu'il faudrait à 1 photon dans le vide pour parcourir une distance égale à la longueur de Planck. Comme celle-ci est la plus petite longueur "mesurable" et la vitesse de la lumière la plus grande vitesse possible, le temps de Planck est la plus petite mesure temporelle "ayant une signification physique".

En puissances de 10, toutes les mesures de temps, "quelle que soit l'échelle", peuvent donc être rapportées au temps de Planck (16) sur une métrique à plus de 60 ordres de grandeur (de -43 à +18 = 62) [http://fr.wikipedia.org/wiki/Temps\\_de\\_Planck](http://fr.wikipedia.org/wiki/Temps_de_Planck)

pour l'échelle des distances (1D) en mètre m et des volumes (3D) (V<sub>A</sub>) en m<sup>3</sup> (10p3Y) ou Y est le niveau de l'échelle :

en 1D : 1m (niveau 0, 10<sup>0</sup>=1), 1 km (1000=10<sup>3</sup> ou 10p+3 niveau +3), 1000 km (10p+6 niveau +6), c = 3.10<sup>5</sup> km/s, distance (1D) correspondant à 1 "seconde-Lumière" 1s<sub>L</sub> = 3.10<sup>8</sup> m (niveau +8 de l'échelle des puissances de 10), distance correspondant à 1 "Année-Lumière" 1AL = 3.10<sup>8</sup> x 3.10<sup>7</sup> m = 10<sup>16</sup> m (niveau +16),

1 milli-mètre (0,001=10<sup>-3</sup> ou 10p-3 niveau -3), 1 micro-mètre (10p-6 niveau -6), 1 pico-mètre (niveau -12), niveau -19 limite des instruments actuels, longueur de Planck l<sub>p</sub>=1,62 10p-35 m (ou 4,13 10p-35 selon les auteurs, niveau Y= -35). C'est la longueur minimale "mesurable" (mais pas mesurée !), à partir de laquelle la force de gravité présente des effets quantiques [http://fr.wikipedia.org/wiki/Longueur\\_de\\_Planck](http://fr.wikipedia.org/wiki/Longueur_de_Planck)

C'est le diamètre minimal d'une corde quantique (tableau 1).

en 3D : 1m<sup>3</sup> (niveau 0 de l'échelle des puissances de 1000, 10<sup>0</sup>=1), 1 dm<sup>3</sup> (niveau -1), 1cm<sup>3</sup> (niveau -2), 1mm<sup>3</sup> (niveau -3), 1 micron-cube (niveau -6), 1 km<sup>3</sup> (niveau +3), volume "cube 3D" correspondant à 1ALx1ALx1AL = 10p+48 m<sup>3</sup> (niveau +16), cube d'1milliard d'AL (niveau Y = +25).

De même, en puissances de 10, toutes les mesures d'espace, "quelle que soit l'échelle", peuvent être rapportées à la longueur de Planck (16) sur une métrique à plus de 60 ordres de grandeur en 1D (de -35 à +26 = 62), et de plus de 185 ordres de grandeur en 3D (-3x35 à +3x26). (17)

La longueur, en m, et le temps, en s, sont des grandeurs mesurables (dont on peut définir l'égalité et l'addition), définies en elle-mêmes (Doumèrg, 1966) et correspondant à des "repères naturels" de notre espace-temps-action.

Dans ce **système d'unités de Planck**, la **constante de Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$** , utilisée pour décrire "la taille" des quanta, relie l'énergie d'un photon à sa fréquence, elle possède les dimensions d'une énergie multipliée par un temps, il est possible de l'écrire sous la forme d'une quantité de mouvement associée à une longueur, avec les mêmes unités que le moment angulaire. La grandeur associée est le **quantum d'action**. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Constante\\_de\\_Planck](http://fr.wikipedia.org/wiki/Constante_de_Planck). L'ère de Planck est l'**écophase** de l'Univers où il est nécessaire de faire appel à la gravitation quantique pour décrire son **histoire ontogénétique**.

Les valeurs de la longueur et du temps de Planck diffèrent selon les auteurs ! Mais leur **ordre de grandeur reste le même**.

(0) Toutes les données ne sont pas indiquées dans le détail. Certaines, particulièrement dans les domaines picoscopique et télescopique, et même les constantes de Planck, ne font pas l'objet d'un **consensus** (Marchais, 2008), elles **diffèrent selon les auteurs**.

(1) **Longueur de Planck =  $1.616 \cdot 10^{-35} \text{ m}$**  <http://pro.chemist.online.fr/cours/cordes.htm>

avec  $h$  (constante de Planck) =  $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.Hz}$  (ou  $6,626 \cdot 10^{-27} \text{ erg.s}$ ), avec  $c$  vitesse de la lumière =  $2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  :

«... la lumière qui couvre presque la distance Terre-Lune en une seconde, ne parcourt en une femtoseconde qu'une distance égale au diamètre de la plus petite bactérie. » (Zewail, 1991).

(2) « Avant que l'Univers n'ait  $10^{-35}$  seconde d'existence, de violentes collisions entre les particules créèrent des conditions qui entraînèrent une asymétrie entre la matière et l'antimatière. » (Rouvière, 1990).

(3) La force gravitationnelle est apparue  $10^{-33} \text{ s}$  après la singularité (Hawking & Penrose, 2003) du "big bang" (Deloche, 2001).

(4) "particule" X (Wilczek, 1989 & 1998).

(5) «  $10^{-4}$  seconde après le big bang, les protons se forment. Dans une collision proton-antiproton, seuls un quark  $u$  et un antiquark  $u$  (ou un quark  $d$  et un antiquark  $d$ ) des particules incidentes fusionnent en un  $Z^0$ . Les autres constituants jouent le rôle de spectateurs du processus et interagissent entre eux pour produire des hadrons, combinaisons de quarks, antiquarks et gluons. » (Rouvière, 1990).

(6) « La durée de vie de  $Z^0$  est de  $2,5 \cdot 10^{-25}$  secondes environ. Au bout de ce temps insaisissable il se désintègre essentiellement en muon positif et muon négatif, en électron  $e^-$  et positron  $e^+$ , mais aussi en quark et antiquark qui forment des jets de hadrons (recombinations de quark et antiquark)... Pour découvrir  $Z^0$ , il faut observer la matière à une distance de quelque millionième de milliardième de millimètre. » (Vangioni-Flam, 2001).

(7) «... il faut atteindre des températures supérieures à cent mille fois celle des noyaux d'atomes pour réussir à créer pendant un temps extrêmement court, de l'ordre de  $10^{-23}$  seconde, un plasma de quarks et de gluons comparable à celui qui existait au début du big bang. » (Deloche, 2001).

(8) La force nucléaire forte se sépare à  $10^{-27} \text{ s}$  après le big bang (Deloche, 2001).

(9) **10p+15s : échelle de la durée d'interaction entre électrons lors des liaisons interatomiques**

« Une femtoseconde est égale à un millionième de picoseconde, il y a le même rapport entre une femtoseconde et une seconde qu'entre une seconde et 32 millions d'années; la femtoseconde est une unité de temps que ne peuvent mesurer les horloges atomiques les plus perfectionnées. » (Zewail, 1991).

(10) Est-il possible « que la vie moyenne du proton lié dans un noyau soit de l'ordre de  $10^{32}$  années. » ? (Pire, 2005).

... soit plus de  $10^{p+39} \text{ s}$ , ce qui serait la valeur (minimale ?) de la "durée de survie" de l'Univers ? son temps de génération ?

(11) La force électrofaible apparaît  $10^{-10} \text{ s}$  après le big bang.

« Elle se ramifie en deux parties : la force nucléaire faible qui est à l'origine de la radioactivité bêta, seule capable de changer la nature des particules et qui fait que le soleil brille, la force électromagnétique qui rend compte de tous les phénomènes d'attraction et de répulsion observés entre les charges électriques ou les pôles magnétiques; elle explique la cohésion des atomes. » (Deloche, 2001).

(12) longueur d'une cellule végétale :  $12 \times 10^{-6} \text{ m}$

(13) Il y a  $86.400$  secondes en 1 jour terrestre (soit un peu moins de  $10^{p+5} \text{ s}$ ),

en temps 1 année =  $3.10^{p+7} \text{ s}$ , en espace 1 seconde-lumière =  $3.10^{p+8} \text{ m}$ , 1 année-lumière =  $10^{p+16} \text{ m}$ ,

en temps  $3.10^{p+16} \text{ s}$  = 1 milliard d'années.

(14) diamètre de la planète terre :  $12 \times 10^{p+6} \text{ m}$

(15) Les étoiles les plus massives peuvent ne "survivre" que 100.000 ans (à peine plus de  $10^{p+12} \text{ s}$ ). Les étoiles comme le Soleil "survivent" 10 millions d'années sur la séquence principale de Hertzsprung. Le soleil est actuellement au milieu de sa vie (Menzel & al., 1989).

Les étoiles plus froides, de masse plus faible que celle du Soleil, peuvent survivre près de 50 milliards d'années (plus de  $10^{p+18} \text{ s}$ ), aussi longtemps que l'Univers... ? jusqu'à la singularité du "big crunch" ? (Hawking & Penrose, 2003).

(16) voire plus... selon les auteurs et selon la **forme et l'âge** qu'ils "donnent" à l'Univers... ?

(17) **"trame" d'espace-temps-action**, de métrique choisie afin d'utiliser une échelle linéaire de puissances de 10 (Delerue, 2004a), pour représenter, un phénomène s'étendant en progression géométrique de l'infiniment petit à l'infiniment grand (Busser, 2004).

On peut inverser les axes X et Y. A priori, il n'y a pas de raison de mettre l'un (le temps) ou l'autre (l'espace) comme cause (X) ou comme effet (Y). A posteriori, ils sont **indissociables**, **les deux sont à la fois cause et effet** : le temps crée l'espace et réciproquement l'espace crée le temps (**loi systémique constructale** : Figure 4).

“Le global crée et le local et, simultanément, le local crée le global.” : figure 2b1, tableau 1b.

(18) Depuis le big bang cela revient à dire qu'il s'est écoulé environ  $10^{p+61}$  intervalles de temps de Planck (l'âge de l'Univers est estimé à  $8.10^{p+60} \text{ tr}$ ) et que le volume de l'Univers observable est supérieur à  $10^{p+183}$  volumes de Planck (il est "estimé" à  $4.10^{p+185} \text{ Vp}$ ) :

[http://en.wikipedia.org/wiki/Orders\\_of\\_magnitude\\_\(numbers\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Orders_of_magnitude_(numbers))

(19) 62 ou 63, selon le choix des limites inférieure et supérieure de l'échelle (pour le temps : de -44 à +18, pour l'espace : de -35 à +27).

(20) Le **temps de génération  $t_g$**  est la durée minimale de survie nécessaire et suffisante pour acquérir la capacité de se survivre (atteinte de l'**état adulte**), c'est la durée minimale de l'écophase de croissance.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

**références** : Particules élémentaires. Jacob (2005) Encyclopédie thématique Universalis (4) 19: 3077-3097.  
 Chimie Nucléaire. Lefort (2005) Encyclopédie thématique Universalis 4 (19): 2848-2861.  
 Physique Nucléaire. Pire (2005) Encyclopédie thématique Universalis 4 (19): 2866-2870.  
 Acides Nucléiques. Privat De Gailhe & Kruh (2005) Encyclopédie thématique Universalis 4 (19): 2870-2891.  
 échelles du vivant. Faure P. & R. Faure (1988) Les différentes échelles de la biologie. Bull. A.P.B.G. 1-1988: 129-130.  
 échelles logarithmiques : [http://en.wikipedia.org/wiki/Logarithmic\\_scale](http://en.wikipedia.org/wiki/Logarithmic_scale)  
 échelles de puissances : [http://en.wikipedia.org/wiki/Order\\_of\\_magnitude](http://en.wikipedia.org/wiki/Order_of_magnitude)  
 puissances de 10 : [http://en.wikipedia.org/wiki/Powers\\_of\\_Ten](http://en.wikipedia.org/wiki/Powers_of_Ten)  
<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/index.html>

EAMES R. & Ch. EAMES (1968) **Powers of Ten**. A short documentary film, adaptation of the 1957 book *Cosmic View* by K. BOEKE. (In 1998, "Powers of Ten" was selected for preservation in the United States National Film Registry by the Library of Congress as being "culturally, historically, or aesthetically significant".) Powers of 10 is a graphic animated illustration that starts with a view of the Milky Way at  $10^{23}$  meters and ends with subatomic particles at  $10^{-16}$  meters. The film depicts the relative scale of the Universe in factors of ten (logarithmic scale and order of magnitude) (Morrison & al., 1993).

**ordres de grandeur : échelle spatiale**

[http://en.wikipedia.org/wiki/Orders\\_of\\_magnitude\\_\(length\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Orders_of_magnitude_(length))  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Dirac\\_large\\_numbers\\_hypothesis](http://en.wikipedia.org/wiki/Dirac_large_numbers_hypothesis)

The Dirac large numbers hypothesis (LNH) refers to an observation made by Paul DIRAC in 1937 relating **ratios of size scales in the Universe to that of force scales**. The ratios constitute very large, dimensionless numbers: some 40 orders of magnitude in the present cosmological epoch. According to Dirac's hypothesis, the apparent equivalence of these ratios might not be a mere coincidence but instead could imply a cosmology with these unusual features :

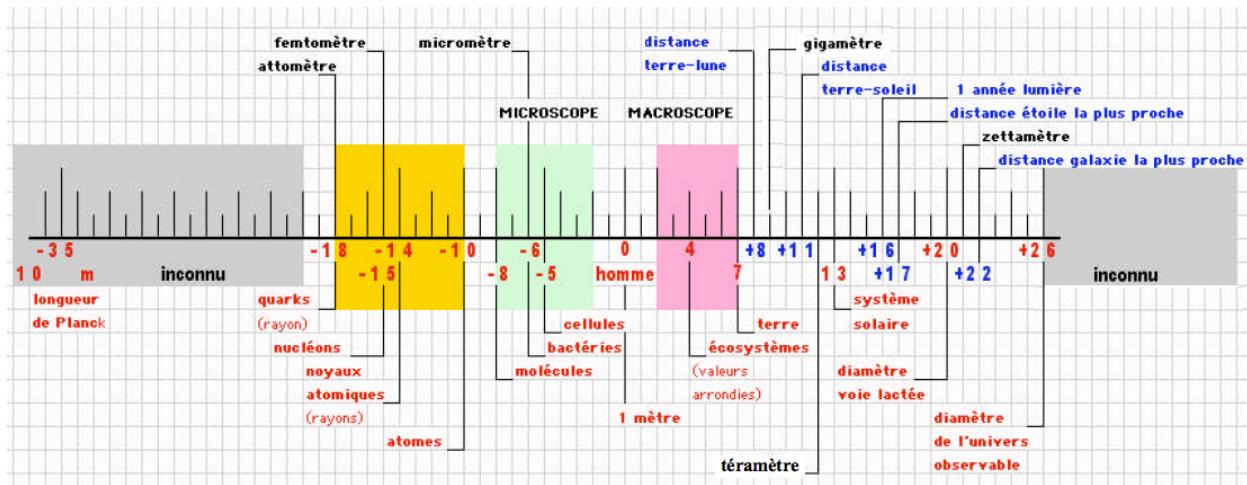
- the strength of gravity, as represented by the gravitational constant, is **inversely proportional to the age** of the Universe,
- the mass of the Universe is **proportional to the square of the age** of the Universe.

**ordres de grandeur : échelle temporelle**

[http://en.wikipedia.org/wiki/Orders\\_of\\_magnitude\\_\(time\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Orders_of_magnitude_(time))  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Logarithmic\\_timeline](http://en.wikipedia.org/wiki/Logarithmic_timeline)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline\\_of\\_the\\_Big\\_Bang](http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Big_Bang)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline\\_of\\_evolution](http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_evolution)

**ordres de grandeur des unités dimensionnelles ou temporelles :**

10<sup>+24</sup> yotta Y, 10<sup>+21</sup> zetta Z, 10<sup>+18</sup> exa E, 10<sup>+15</sup> péta P, 10<sup>+12</sup> téra T, 10<sup>+9</sup> giga G, 10<sup>+6</sup> méga M, 10<sup>+3</sup> kilo k, 10<sup>-24</sup> yocto y, 10<sup>-21</sup> zepto z, 10<sup>-18</sup> atto a, 10<sup>-15</sup> femto f, 10<sup>-12</sup> pico p, 10<sup>-9</sup> nano n, 10<sup>-6</sup> micro m, 10<sup>-3</sup> milli m

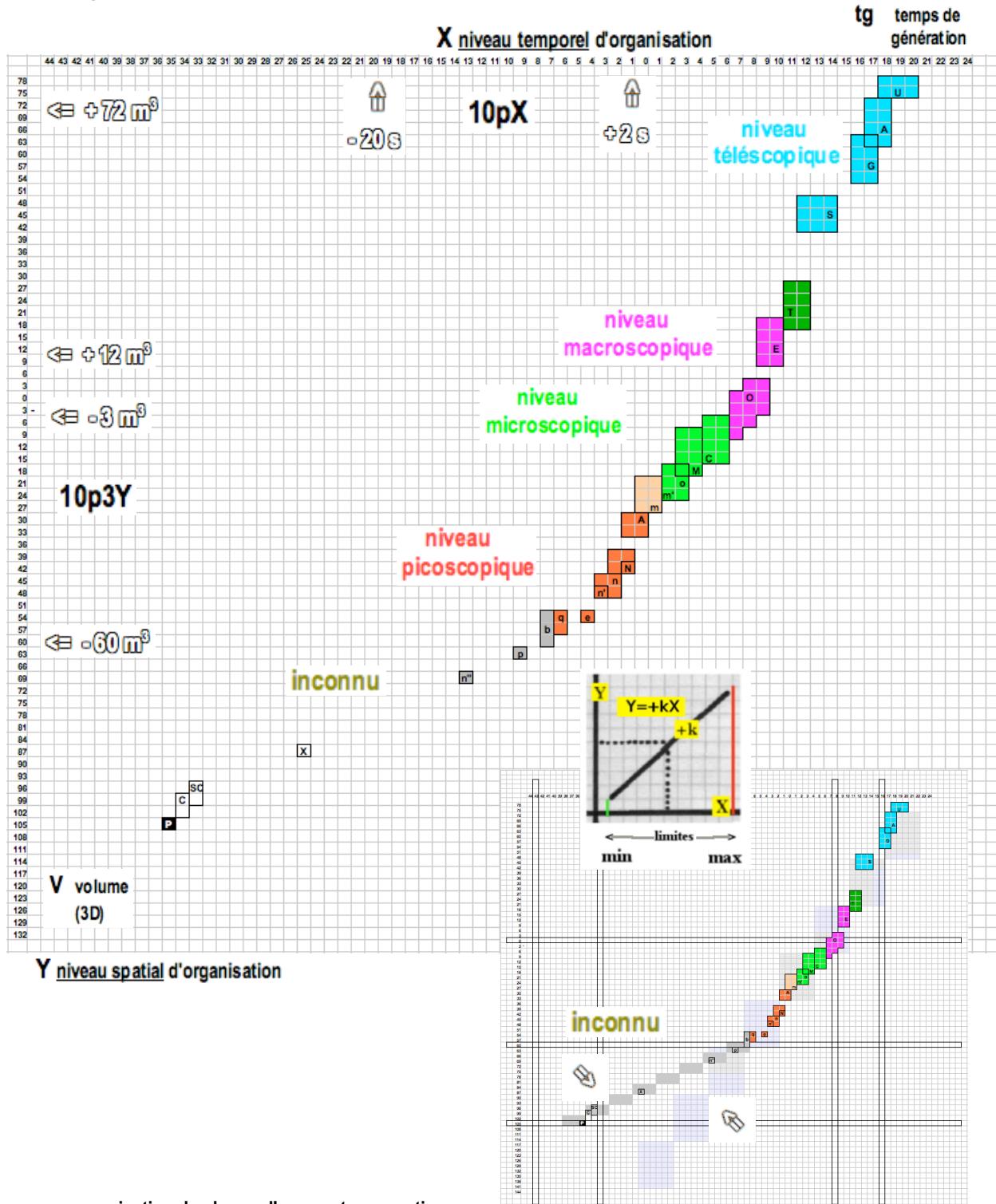


adapté d'après (Delerue, 2004)

L'équation  $Y = \exp(aX)$  sur un graphique semi-logarithmique (log Y versus X) donne une représentation linéaire  $\log Y = aX$ .

L'équation  $Y = X^b$  sur un graphique log-log (log Y versus log X) donne une représentation linéaire  $\log Y = b \log X$ .  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Logarithmic\\_units](http://en.wikipedia.org/wiki/Logarithmic_units)

Figure 3b. Les champs d'espace-temps-action(s) : l'interprétation des données brutes.



L'ÉVOLUTION : **lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives**  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

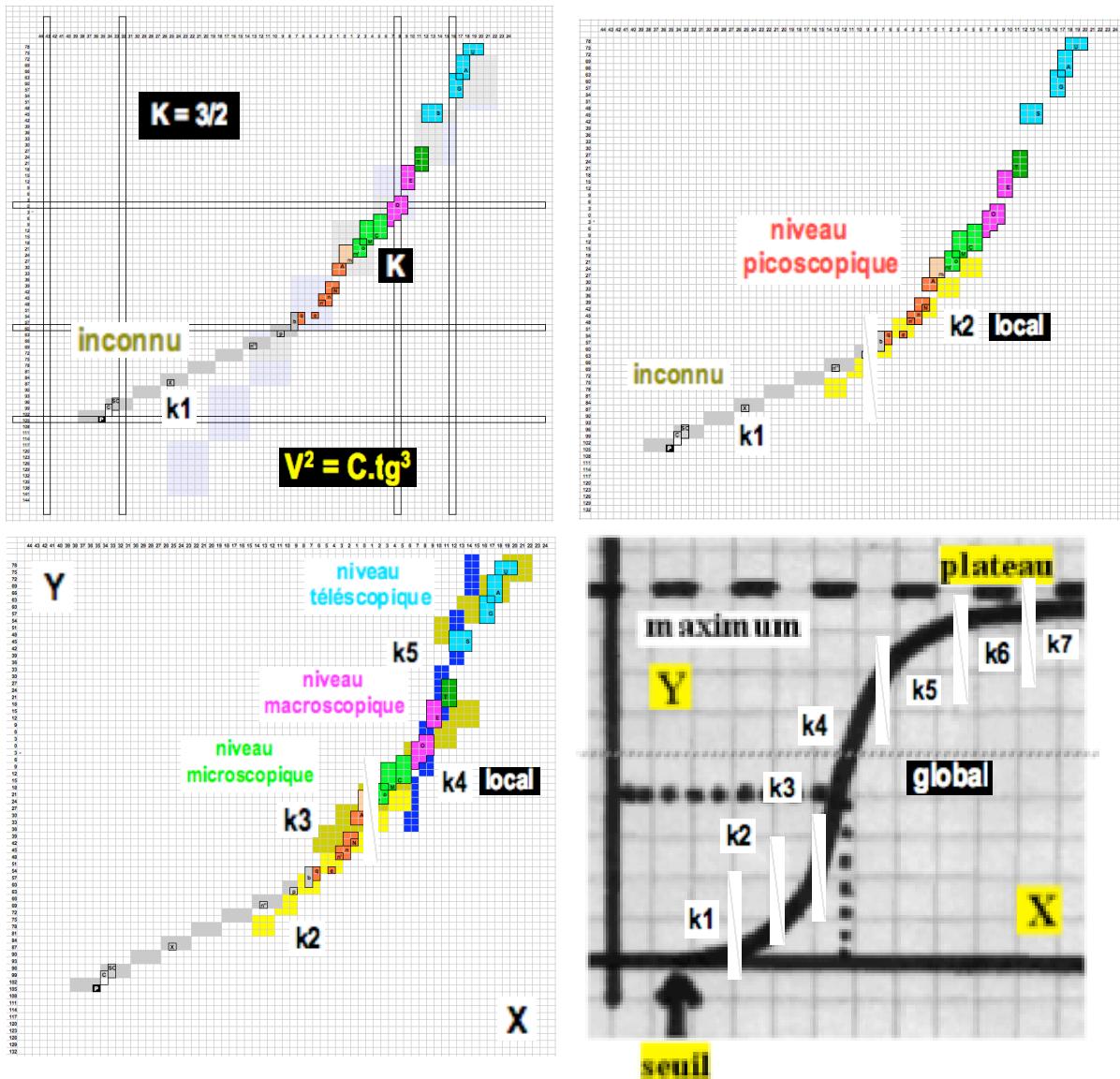
**domaines dimensionnels** : **niveau télescopique** (systèmes stellaires **S**, galaxies **G**, amas de galaxies **A** et Univers **U**) en bleu, biosphère terrestre **T** en vert foncé, **niveau macroscopique** (organismes métacellulaires **O**, écosystèmes **E**) en parme, **niveau microscopique** (amas macromoléculaires **m'** et organismes **o**, monères **M**, cellules **C**) en vert clair, **niveau picoscopique** (quarks **q**, électrons **e**, neutrinos "lourds" **n'**, neutrons **n**, noyaux atomiques **N**, atomes **A**, molécules **m**) en orange, **inconnu** (quantum de Planck **P**, cordes **C**, super-cordes **SC**, particules **X**, neutrinos "légers" **n"**, préons **p**, bosons **b**).

**Figure 3b1. Les champs d'espace-temps-action : l'interprétation "linéaire" des données brutes.**

Une première interprétation "linéaire" ( $Y=kX$ ) "globale" ("rasoir d'Occam") met immédiatement en évidence **2 segments de droite**, en gris, indiqués par les double-flèches, de pentes  $k1=1/2$  pour tout le domaine "physique" **inconnu** (en gris foncé) et de pente  $K=3/2$  pour tout le reste du vivant, "plus ou moins bien connu", (en gris moyen) : tout se passe donc comme si  $V_A^2=C.tg^3$ .

**Figure 3b2. Les champs d'espace-temps-action : l'interprétation "logistique" des données brutes.**

Mais, en fait, tout se passe comme si, **interprétation "non-linéaire"**, chaque domaine dimensionnel a sa propre pente et est caractérisable par une **rupture** de "son" segment de droite avec le segment de droite le précédent :  $k1=1/2$  (pente en gris foncé) pour l'**inconnu**,  $k2=1$  (pente en jaune, rupture en pointillé) pour le domaine **picoscopique**,  $k3=1$  (la pente est la même mais il y un décalage, un décrochage vers le haut, pente en kaki, rupture en pointillé) pour le domaine **microscopique**,  $k4=4$  (pente en bleu foncé) pour le domaine **macroscopique**,  $k5=1$  (pente en kaki) pour le domaine **télescopique**.

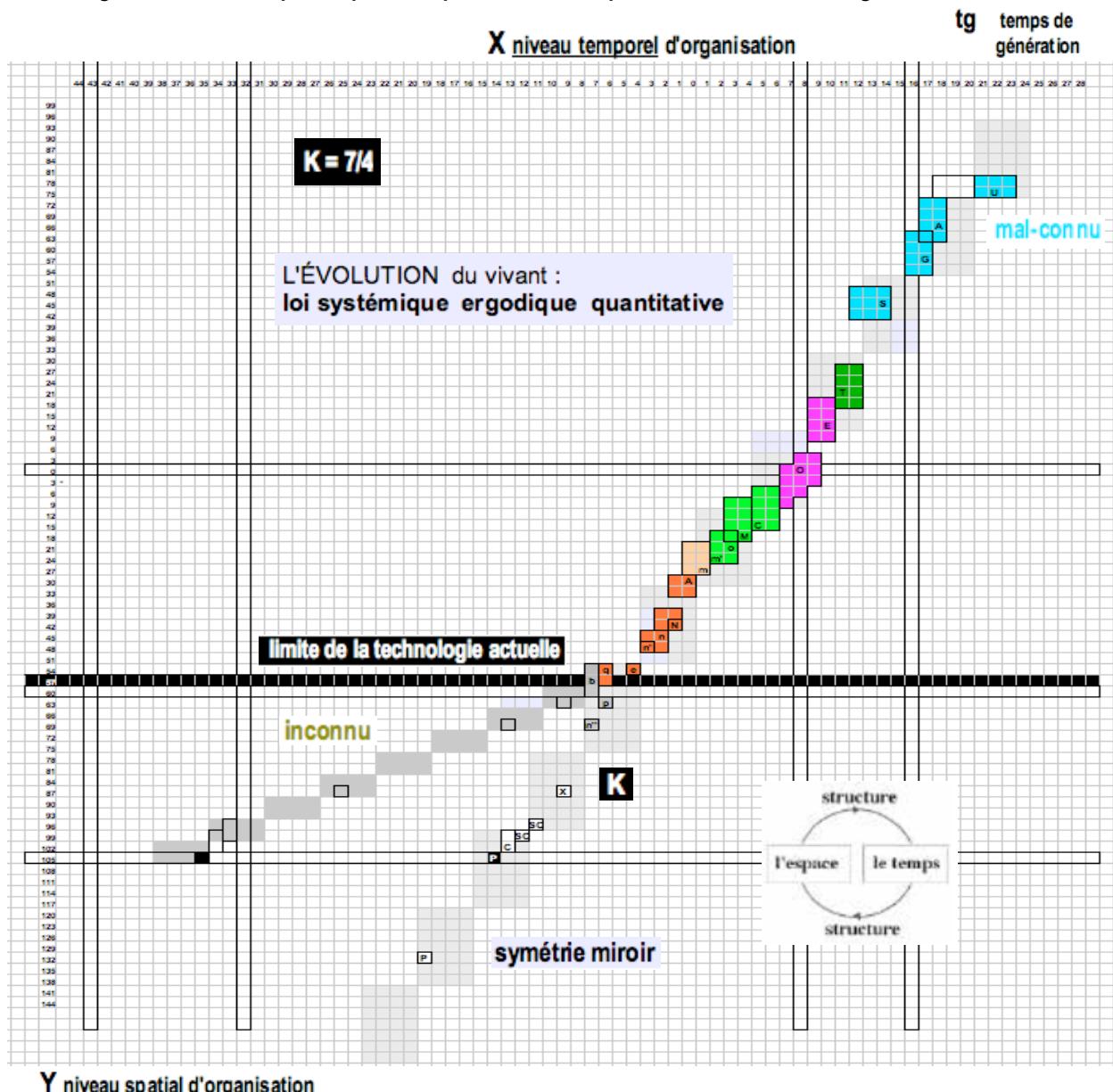


Tout se passe comme si la relation suivait globalement une **loi logistique** (Frontier & al., 2004), c'est à dire

une **courbe sigmoïde**, où  $k_4$  est la pente maximale, au point d'infexion (point "local" de plus grande pente) : Tableau 1b.

Avant le point d'infexion la loi est croissante, la pente  $k$  augmente jusqu'au point d'infexion ("accélération"), après elle est décroissante, la pente  $k$  diminue à partir du point d'infexion ("décélération"). **Nombre de phénomènes biologiques suivent une courbe sigmoïde** (Bricage, 1993) : les **cinétiques** (enzymatiques ou non) des protéines allostériques (comme la fixation réversible de l'oxygène par l'hémoglobine), la **loi logistique** est LA loi "banale" de tout phénomène de croissance, de tout phénomène "démographique", comme la croissance bactérienne (Frontier & al., 2004).

Figure 3c. Les champs d'espace-temps-action : l'interprétation "linéaire" "corrigée".



Si on "accepte" une **interprétation linéaire globale**, **interprétation "la plus simple"**, il faut que l'inconnu suive la même loi que le connu. Dans ce cas, la **loi de croissance exponentielle**,  $\log(10p+3Y) = K \cdot \log(10p+X) + \log(C)$ , où  $10p+3Y = V$  et  $10p+X = tg$  (la constante  $C$  dépendant du choix de l'origine) révèle que nos "prouesses techniques" et nos "modèles scientifiques actuels" ont, d'une part **surévalué la dimension temporelle ou/et sous-évalué les dimensions spatiales de l'infiniment petit**, et, d'autre part, **inversement, sous-évalué la dimension temporelle (ou/et surévalué les dimensions spatiales) de l'infiniment grand**.

## L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Nombre de phénomènes physiques suivent une loi de puissance, logarithmique ou exponentielle.

Par exemple, la magnitude des "éclats" stellaires ([http://en.wikipedia.org/wiki/Apparent\\_magnitude](http://en.wikipedia.org/wiki/Apparent_magnitude)) varie selon une échelle décrite par une loi logarithmique,  $m = K \cdot \log(\text{Flux observé}/\text{Flux de référence})$ , où la constante  $-K = 2,512$  est "voisine" de 5/2.

Mais il s'agit là de l'infiniment grand. Or, il se trouve que, pour l'infiniment petit, on arrive à un meilleur ajustement linéaire global en échangeant, à l'origine, en "symétrie en miroir", le temps et l'espace (X prenant la valeur de Y, et Y prenant valeur de X).

Que signifie cette loi corrigée (Figure 3c), où  $V_A$  est le volume à l'état adulte et  $t_g$  le temps de génération ?

Cette loi de croissance exponentielle  $\log(10p+3Y) = K \cdot \log(10p+X) + \log(C)$ , où  $10p+3Y = V_A$  et  $10p+X = t_g$ , s'écrit aussi  $V_A = C \cdot t_g^K$  ce qui donne pour  $K = 3/2$   $V_A^2 = C \cdot t_g^3$ , la constante C dépend du choix de l'origine (Figure 3b2).

Ceci n'est pas sans rappeler la troisième loi de Kepler,  $a^3 = K T^2$  (Menzel & al., 1989), loi trouvée empiriquement à partir des observations, et qui énonce la relation entre l'échelle temporelle, la durée de révolution (ou période, T), et l'échelle spatiale, la dimension de la trajectoire parcourue (identifiée par a, le demi grand-axe de l'ellipse) d'une planète en mouvement (mouvement Képlérien) autour de son étoile (Morando, 2005). Est-ce un hasard ? Est-ce un phénomène banal au niveau moléculaire (Thys, 2009) ?

Si on "accepte" une évaluation corrigée de l'inconnu (l'infiniment petit) et du "mal-connu" (l'infiniment grand), empiriquement, le graphique de la loi de croissance exponentielle "corrigée" donne pour K,  $K = 7/4$  plutôt que 3/2, c'est-à-dire  $V_A^4 = C \cdot t_g^7$ .

Remplacer 6/4 (6/4 = 3/2) par 7/4 (Figure 3c) représente un écart de 25%, ce qui est énorme dans l'absolu, mais bien peu par rapport à notre connaissance empirique bien faible (moins de 1% ?) de l'Univers ... Arriver à une compréhension du fonctionnement d'un Tout à 25% près, en ignorant 99% de son état passé, c'est "merveilleux" ...

Remarquons que, « si on admet que toutes les entités vivantes occupent un espace volumique plus ou moins sphérique », puisque  $V_A^2 = C \cdot t_g^3$ , comme  $V = c \cdot D^3$ , D étant la dimension linéaire (1D) et c une constante, alors  $D^2 = Cb \cdot t_g$ , « tout se passe comme si » le temps de génération était, à toutes les échelles, proportionnel à la surface (car  $S = aD^2$ ). Ce qui est "tout à fait banal" pour un phénomène biologique (Bricage, 1991b). Les échanges sont des phénomènes de surface (Laborit, 1985) et il existe toujours un volume limite de croissance qui correspond à une surface optimale d'échange (Bricage, 1991a & b) et, quand la croissance optimale est atteinte, le système se divise (Figure 3d3). Le temps d'atteinte de cet état est le temps de génération.

L'Univers a-t-il une structure tautochrome ? (Busser, 2007).

### Figure 3d. Les champs d'espace-temps-action : prédictions et données "corrigées".

La loi de croissance exponentielle  $\log(10p+3Y) = K \cdot \log(10p+X)$  indique que le volume d'un système vivant, à son échelle, est proportionnel à un volume initial de base (un quantum d'espace  $V_0$ ), et qu'il augmente exponentiellement d'autant plus que sa différence d'échelle temporelle ( $t_g - to$ ) est grande par rapport à un temps de génération initial de base (un quantum de temps  $t_0$ ) : tout se passe comme si  $V = V_0 \cdot \exp\{ k(t_g - t_0) \}$ . Cette différence d'échelle temporelle est "proportionnelle" au nombre d'itérations successives, qui par juxtapositions et emboîtements (ergodicité), ont permis la mise en place de nouvelles ARMSADAs constitutives de nouveaux niveaux d'organisation et d'intégration, indépendamment de l'échelle (Bricage, 2001b).

#### Figure 3d1. La fractalité "innée" du vivant (interprétation linéaire globale).

La loi de croissance exponentielle "centrée" (on peut choisir de placer l'origine au quantum de Planck, de telle façon que  $\log(10p+3Y) = K \cdot \log(10p+X)$ ) révèle que la structure de l'Univers est fractale à toutes les échelles dimensionnelles. En effet, en divisant un objet en N copies "égales à lui-même", nous avons la relation  $1 = N \cdot L^D$ , où L est la longueur d'une division et D la dimension. Ce qui peut s'écrire  $\log 1 = \log(N \cdot L^D)$  ou  $\log N = -D \cdot \log L$ , dans ce cas tout se passe comme si la division s'effectuait dans le temps avec des copies emboîtées dans l'espace, la dimension fractale de l'Univers est alors  $D = -K$ , ou  $\log L = (-1/D) \cdot \log N$ , et dans ce cas tout se passe comme si la division s'effectuait en volumes, dans un espace à 3 dimensions spatiales, avec des copies emboîtées dans le temps, et la dimension fractale de l'Univers est dans ce cas  $D = -(1/K)$ , elle visualise une progression (Thys, 2009).

À l'origine de l'espace-temps, au big bang, les deux situations ne sont pas mutuellement exclusives.

Le choix de l'une ou de l'autre est arbitraire car, le temps crée l'espace, et réciproquement, l'espace crée le temps !

Ce qui explique l'ajustement par symétrie miroir de l'espace et du temps à l'origine (Figure 3c).

On peut donc parler de "loi fracta-quantique", mot défini lors de ses journées annuelles par le groupe de l'afscet (Dubois, 2002) pour quantifier cette situation d'ergodicité (Bricage, 2001b) telle que définie auparavant par Stuart Kauffman (1997), avec :  $V^2 = C \cdot t_g^3$ ,  $V = V_0 \cdot \exp\{ k(t_g - t_0) \}$ , où  $V_0$  et  $t_0$  "définissent" l'échelle de Planck, et où  $(t_g - t_0)$  est la différence d'ordre de grandeur des temps de génération : l'écart entre les "barreaux de l'échelle" (Faure & Faure, 1988).

L'espèce humaine n'est donc pas à part des autres formes de vie. Elle appartient à un "barreau" (quelconque ?) de l'escalier !

#### Figure 3d2. Linéarisation de la "croissance" logistique.

La fonction logistique a pour expression  $f(t) = K \frac{1}{1 + ae^{-rt}}$   
N = f(t) où K et r sont des réels positifs et a un réel quelconque.

Pour  $a > 0$ , la courbe représentative a la forme d'un S ce qui fait qu'elle est appelée courbe sigmoïde.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Logistic\\_function](http://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_function), [http://en.wikipedia.org/wiki/Sigmoid\\_function](http://en.wikipedia.org/wiki/Sigmoid_function)

Pierre-François VERHULST (1804-1849) a "baptisé", "logistique", une fonction qui représente la croissance démographique d'une population où le taux de "reproduction" (growth rate) r est proportionnel à l'effectif de la population N et à K, la quantité de ressources maximale disponibles, la capacité d'accueil (carrying capacity). Au point d'inflexion,  $N = K/2$  et la pente y est  $rK/4$ .

En écologie, les fonctions logistiques sont les solutions en temps continu de ce modèle de Verhulst.

Ce modèle est représentatif de l'évolution d'une population dont la croissance est "autre" qu'exponentielle (Frontier & al., 2004) et comporte un frein, "un rétro-contrôle négatif", et une capacité d'accueil K, et où la compétition pour les ressources disponibles limite la croissance de la population : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction\\_logistique\\_\(Verhulst\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_logistique_(Verhulst))

En biochimie, la courbe logistique modélise des réactions autocatalytiques. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin>

En 1995, Stuart Kauffman a proposé que la vie ait émergé par la mise en place de réseaux biochimiques autocatalytiques : « *The complexity of biological systems and organisms might result as much from self-organization and far-from-equilibrium dynamics as from Darwinian natural selection.* » (Kauffman, 2002).

<http://en.wikipedia.org/wiki/Autocatalysis>, [http://en.wikipedia.org/wiki/Stuart\\_Kauffman](http://en.wikipedia.org/wiki/Stuart_Kauffman)

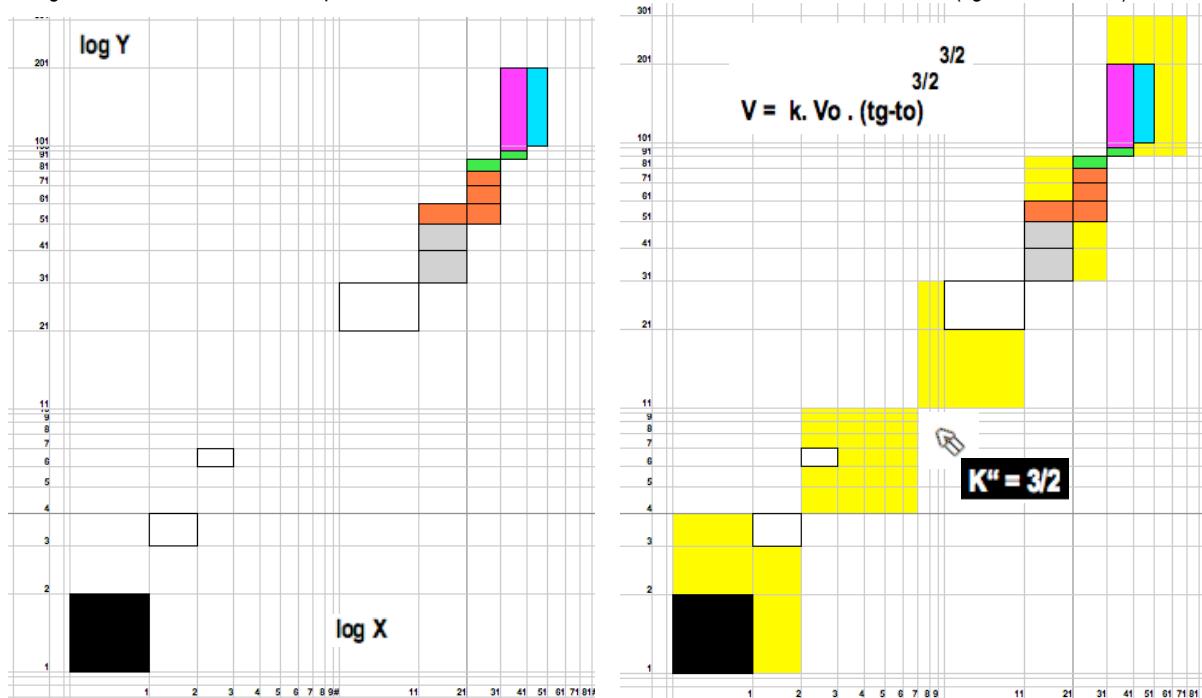
En informatique appliquée à la biologie, la fonction logistique est souvent utilisée dans les réseaux de neurones pour introduire la **non-linéarité**, ou pour "maintenir" un signal (une cause) ou une réponse (un effet) **entre deux limites**. En physique, la distribution en probabilités des états d'énergie des fermions d'un système en équilibre thermique (distribution de Fermi-Dirac) est une fonction logistique. [http://en.wikipedia.org/wiki/Fermi\\_function](http://en.wikipedia.org/wiki/Fermi_function)

La courbe logistique est aussi l'image par transformation affine de la courbe sigmoïde. La valeur du **plateau** est à K, le point **d'inflexion** est situé aux coordonnées  $K/2$  et  $\log(a)/r$ . Pour  $a > 0$  et  $r > 0$ , elle se linéarise, **par application de la fonction réciproque Logit**, sous la forme  $\log(Y) = rt - \log(a)$ .

La fonction logistique, avec ses paramètres d'espace (de croissance) et de temps (de génération) et sa prise en compte de la notion de capacité d'accueil, rend certainement mieux compte d'un **phénomène biologique qui serait présent à toutes les échelles**.

Si tel est le cas, ceci signifie, compte tenu de la symétrie de la courbe, que, à ce jour,

- les zones k6 et k7 (Figure 3b2) **nous sont technologiquement inaccessibles ou ne sont pas encore advenues**, et qu'
- un changement de coordonnées doit permettre de linéariser les résultats observés, et, **c'est bien le cas** (figure ci-dessous) !



Dans ce deuxième changement de coordonnées log-log (à partir de la figure 3b2) :  $\log Y = K'' \cdot \log X$  avec les valeurs de l'échelle du Y auparavant représenté sous la forme  $V_A = 10p3Y$  (premier changement de coordonnées log-log) avec les valeurs de l'échelle du X précédemment représenté sous la forme  $tg = 10pX$  (premier changement de coordonnées log-log) où  $K''$  la pente de la droite de régression linéaire est ici aussi =  $3/2$ .

Puisque  $\log(\log(V)) = K'' \cdot \log(\log(tg))$  tout se passe comme si le volume "à l'état adulte, reproducteur"  $V_A$  est proportionnel à une **double exponentielle** du temps de génération  $tg$ . La croissance d'une fonction double exponentielle est plus rapide que celle de la fonction factorielle. Ce qui explique **les "ruptures" lors des changements d'échelles**.

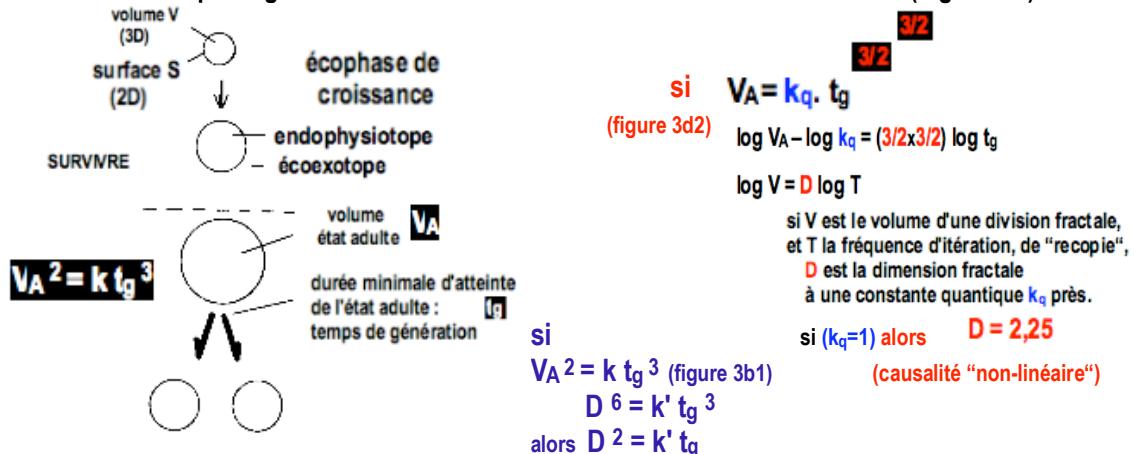
Dans ce cas, l'espèce humaine n'est pas à part des autres formes de vie, atomiques ou galactiques ! Mais, ...

Tout se passe comme si "l'espèce humaine" était placée au point d'inflexion ... d'un phénomène d'ontogénèse cosmique.

Et ce phénomène de croissance cosmique est en cours, il n'est pas terminé.

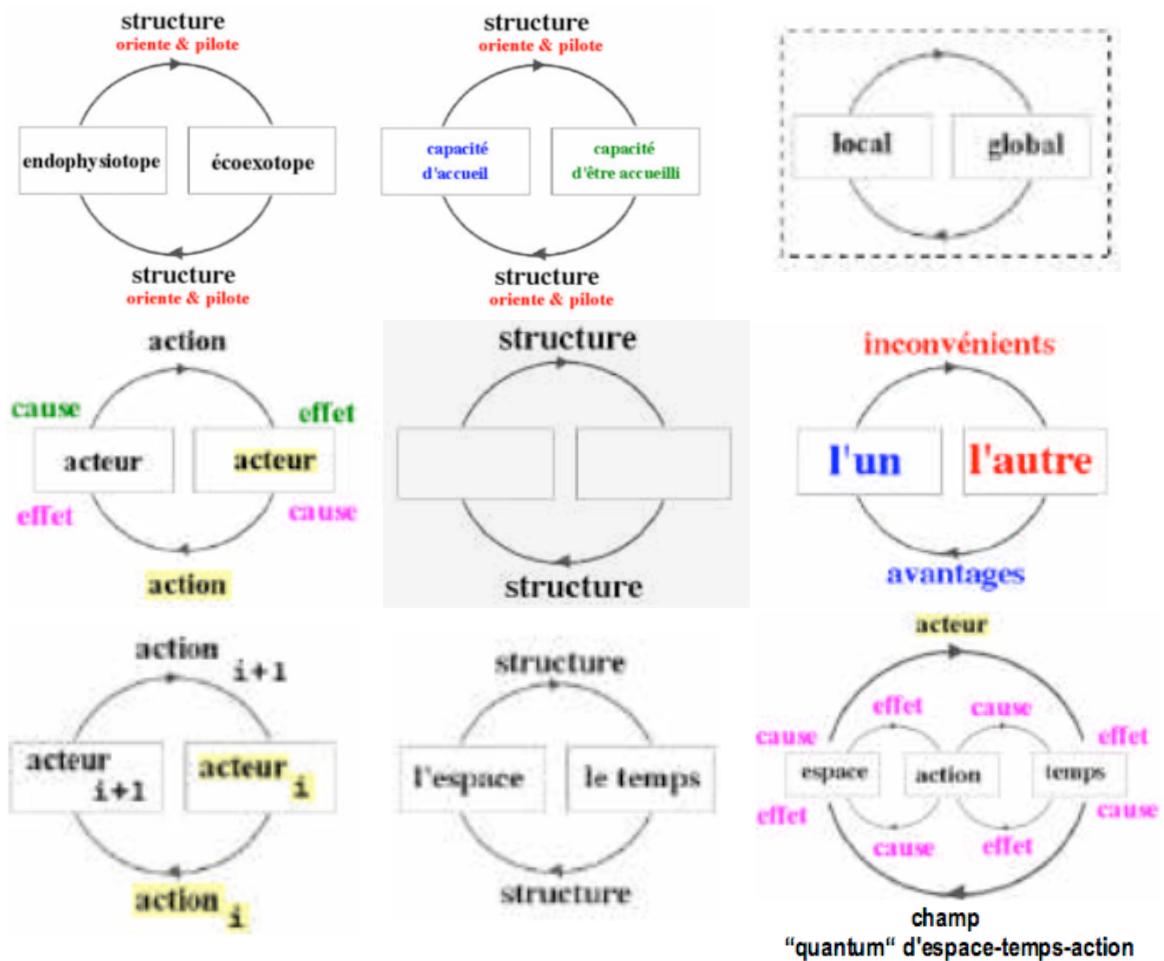
L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

Figure 3d3. Échanges, croissance et temps de génération : individuation et “élan vital”,  
le “passage” de la croissance en masse à la croissance en nombre (Figure 1a.).



Le temps de génération (temps minimal nécessaire pour atteindre l'état adulte) est proportionnel à la surface minimale de survie (causalité linéaire), et, inversement, la surface maximale “atteinte” (en fin de croissance) est proportionnelle à la durée de survie.  
« La complexification ne peut se poursuivre indéfiniment, car c'est par la surface que se réalisent les échanges. » (Laborit, 1985).

Figure 4. La loi systémique constructale : rétroaction, réciprocité, non-linéarité.

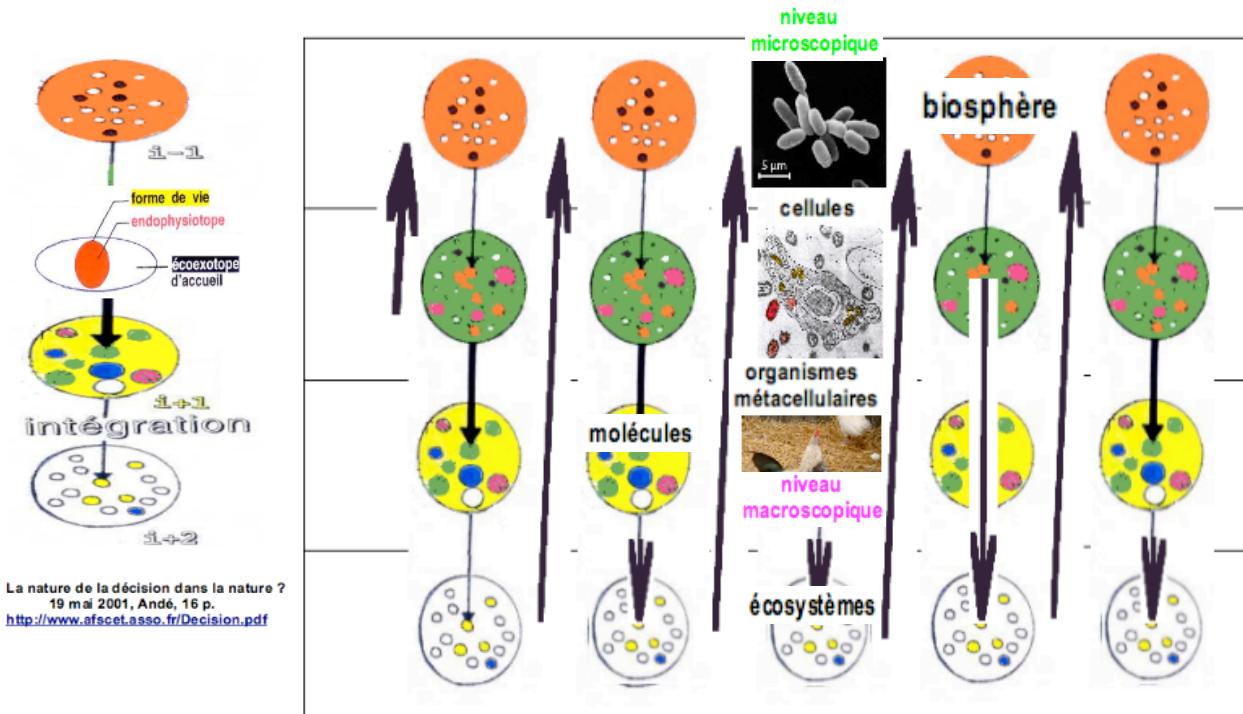


adapté d'après (Bricage, 2007a) <http://www.afscet.asso.fr/Ande07pb.pdf>

Tableau 1. La loi qualitative de périodicité organisationnelle : "de ARMSADA en ARMSADA".

Conséquence de l'ergodicité, l'endophysiotope du niveau  $i+1$  est l'écoexotope du niveau  $i$ .

Tableau 1a. l'ergodicité : "de la biologie à la physique" & "de la physique à la biologie".



Le "plan d'organisation" des monères, **niveau microscopique** ("réalité" pour l'homme et sa technologie), émerge à partir de plans d'organisation préexistants de niveau moléculaire (Tableau 1b). Ce nouveau plan est une "**unité de base**" pour l'émergence de nouveaux plans d'organisation "utilisant" le même mode de confinement : la membrane. La peau, des organismes métacellulaires, **niveau macroscopique** (pour l'homme), est une barrière résultant d'une prolifération membranaire (microscopique).

La cellule (les organismes cellulaires) émerge(nt) par **juxtapositions et emboîtements** de monères (d'organismes de type monère). Puis, tout se passe comme si, les organismes **métacellulaires** (animaux, végétaux, champignons) émergent par "**polymérisation**" et transformations locales (différenciations) d'organismes (du niveau pré-existant) cellulaires. Cette **métamorphose** permet la mise en place d'une collection de ce nouveau type d'organisation qui co-habite ensemble au sein d'un écosystème qu'ils **transforment** et qui les transforme : **loi systémique constructale** (Figure 4).

Tableau 1b. Les NIVEAUX d'ORGANISATION du VIVANT "VIVANT" : le tableau de la classification périodique du vivant.

"Complétons" le tableau : **tout changement de colonne correspond à un changement du mode de confinement**  
**juxta poly métamé** : émergence d'une "série" de nouveaux plans avec le même mode de confinement (les **lignes** d'une même colonne),  
**unité nouvelle** : nouveau module, nouvelle **unité de base**, nouveau **mode de confinement** (origine d'une nouvelle **colonne** du tableau),  
**trans** changement de mode de confinement (changement de colonne), **inconnu**,

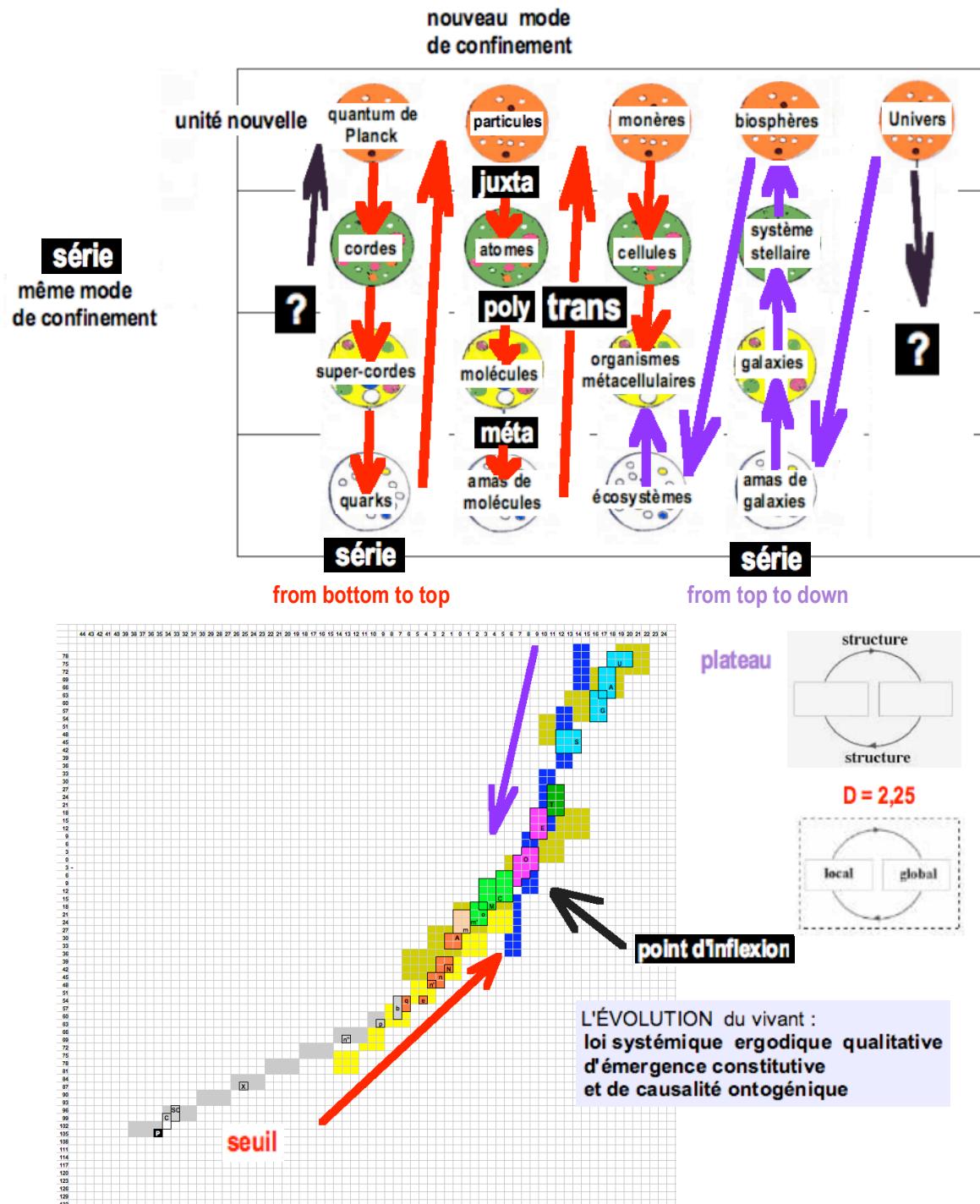
en **lignes**, les niveaux de même couleur sont "équivalents" d'une colonne à une autre, ils représentent une étape "analogique" mais à partir d'un nouveau module de confinement.

La **série particules, atomes, molécules, amas de molécules** est caractérisée par un même mode de confinement, la **série quantum de Planck, cordes, super-cordes, quarks** est caractérisée par un (autre) même mode de confinement, plus ancien, la **série biosphères** (terrestre ou martienne ou autre), **systèmes stellaires, galaxies, amas de galaxies** est caractérisée par un autre (même) mode de confinement. **D** est la dimension fractale de l'Univers (figure 3d3) = **2,25**.

Cette "image" (Tableau 1a) est celle d'un bilan final provisoire. Mais, "dans la réalité", **loi systémique constructale**, les extrêmes coexistent ensemble et "le cheminement" s'effectue simultanément, **du bas vers le haut et du haut vers le bas, vers le point d'inflexion** (Figure 3b2, Tableau 1b) : "Le global crée le local et le local crée le global."

L'ÉVOLUTION : lois systémiques, ergodiques, qualitatives et quantitatives  
d'invariance de jauge, d'émergence constitutive et de causalité ontogénique.

“de la biologie à la physique” & “de la physique à la biologie” : la classification périodique du vivant, tableau des niveaux d'organisation et loi logistique de leur mise en place.



**domaines dimensionnels** : **niveau télescopique** (Univers, amas de galaxies, galaxies, systèmes stellaires) en bleu, biosphères en vert foncé, **niveau macroscopique** (écosystèmes, organismes métacellulaires) en parme, **niveau microscopique** (amas macromoléculaires, monères, cellules) en vert clair, **niveau picoscopique** (quarks, particules, atomes, molécules) en orangé, **inconnu** (quantum de Planck, cordes, super-cordes).

La terre appartient aux monères, pas à l'homme. L'homme appartient à la terre, et aux monères, qui sont en lui et sur lui.

Tableau 2. Concepts et mots-clés... d'un nouveau paradigme SYSTÉMIQUE :  
les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés ARMSADA  
<http://www.armsada.eu>

Table 2a. "A puzzler's attitude" ...

2 NEW WORDS : 2 types of time-space-action fields **ECOEXOTOPE & ENDOPHYSIOTYPE** (Figure 1b).

3 TRIVIAL BASIC CONCEPTS :

- \* **TO SURVIVE IT IS "TO EAT" & "NOT TO BE EATEN"**
- \* **SOON OR LATE IT IS IMPOSSIBLE "NOT TO BE EATEN"**
- \* **THERE ARE NEVER ADVANTAGES WITHOUT DISADVANTAGES**

1 NEW QUALITATIVE PARADIGM :

SOON OR LATE, ALL NEW LIVING SYSTEMS MERGED FROM AN **ARMSADA** (Figure 2)  
ASSOCIATION for the RECIPROCAL and MUTUAL SHARING OF ADVANTAGES and DISADVANTAGES

2 ANCIENT EVIDENT FACTS :

\* **GAUGE INVARIANCE**

**EVERY LIVING SYSTEM OWNS 7 CAPACITIES :**

- To Move Matter & Energy FLOWS, - To Reply To STIMULATIONS, - To Maintain an ORGANISATION, its EndoPhysioTope, - To Be INTEGRATED into an EcoExoTope, - To MOVE Itself, in order to SURVIVE, - To GROW, - To survive but to REPRODUCE ITSELF (Figure 1a & 1c).

\* **MODULARITY & ERGODICITY**

**EVERY NEW LIVING SYSTEM IS BUILT THROUGH JUXTAPOSITIONS AND ENCASEMENTS OF PRE-EXISTING ADJACENT SYSTEMS** (Figure 2).

2 NATURAL QUANTITATIVE PARAMETERS & A NEW QUANTITATIVE LAW : Figure 3.

- \* **VOLUME**, a measure of the confinement, the LIMITS of an endophysiotope into an ecoexotope,
- \* **TIME OF GENERATION**, a measure of the age of acquisition of the capacity of reproduction.

Table 2b. "Correlatives" evidences

2 NEW IDEAS :

\* **IN A LIVING SYSTEM, "HOSTED" DANGERS WHATEVER THE LEVEL OF ORGANISATION, ARE NECESSARY FOR THE SURVIVAL**  
\* **VIRUSES ARE REGULATORS & PROTECTORS OF LIFE THROUGH THEIR CONTROL OF THE CAPACITY OF HOSTING OF THE ECOEXOTOPES & OF THE CAPACITY OF TO BE HOSTED OF THE ENDOPHYSIOTOPES.**

1 NEW QUALITATIVE LAW : **loi de croissance "exponentielle"** (Figure 3).

\* la loi quantitative de l'inter-relation entre l'espace et le temps :  $\log(10p+3Y) = K \cdot \log(10p+X)$   
indique que la structure de l'Univers est fractale à toutes ses échelles dimensionnelles, et que  
la dimension fractale de l'Univers est de 2,25 (figure 3d3).

adapté d'après (Bricage, 2008d & e) <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00351226/fr/>  
<http://www.minilien.com/?oUtHBBpZ46>  
<http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOsystemique/bibliographie/pbVIRUSESdiscussion.pdf>  
(Bricage, 2009a) <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00352578/fr>  
<http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130218>

Table 2c. An "innovative" system's thinking.

**A new evolutionary paradigm: the Associations for the Mutual Sharing of Advantages and of Disadvantages.**

Pierre BRICAGE

Faculté des Sciences, Université de Pau, avenue de l'Université, 64000 Pau, France, Europe  
pierre.bricage@univ-pau.fr

"To eat and not to be eaten" for "To preserve its life, and to reproduce its life form" such is the survival's law of the living systems. (1\*, 2\*)

The survival of a lichen, a whole with two partners, depends on a steady state for the sharing of advantages and of disadvantages: the benefits for the host are the damages for the guest and reciprocally. The symbiosis is an association for the mutual sharing of profits and losses but not "for mutual benefits"! (2\*, 3\*, 4\*)

Together the partners survive in environments where the surviving for each is impossible. But, the mutual survival depends on reciprocal limitations. Each partner will survive only if the other survives first! The growth of each is limited by the growth of the other.

A plant cell is a "unity through diversity" for the recycling of waste products into foods. Its growth is only a way to acquire new capabilities. The surviving is possible without growing. (3\*)

The Ruminants' survival is the result from their aptitude to be hosts for guests allowing an increase of the host capacity of the environment. The Ruminants provide the house and the food: their rumen offers an optimal environment for microbes. But, they eat products of microbes' digestion and digest the microbes, without them they would die from hunger!

The advantages for the hosts are the disadvantages for the guests and reciprocally. (4\*)

The man shares a common environment with the other animals.

What brings some risks! Epidemics of influenza originate from viruses, that survive into birds and pigs, before they invade the man. The human survival depends on the survival of other organisms. Their mutual survival depends on a limitation: the need of a sufficient survival of plants and animals.

The man must not survive for eating, he needs to eat for surviving! Through his for himself increase of the host capacity of the environment, he increases the violence between species that were previously associated into mutual networks. He destroys the dynamics of the associations, only for his own benefit at a short duration. The steady states' displacements provoke unpredictable changes! (3\*, 4\*, 5\*)

The man would rather have to increase his capacity to be a guest of the environment!

Partnership of "unity through diversity" for the mutual sharing of profits and injuries, the symbiosis has been allowing the survival of the organisms for billions of years.

For supporting the environment changes, organisms have interconnected together into wholes, that have allowed the increase of the capacity of the environment to be their host, through the increase of their capacities to be the guests of the environment.

The development, is not durable, if it is not sustainable for the environment.

The organism survival is durable if sustainable for the environment, namely if it does not impair the durable survivals of the other organisms that share the same environment.

"To convert the disadvantages into advantages" and "To prevent the conversion of the advantages into disadvantages" such is the natural survival's rule. (2\*)

1\* Bricage P. (1991) Les Caractéristiques des Organismes Vivants. Fac. Sci. Univ. Pau, A.P.I.D.S., 44 p.

2\* Bricage P. (1998) La Survie des Systèmes Vivants. Atelier MCX20 "Prendre soin de l'homme".

Programme Européen Modélisation de la Complexité MCX, Pau, 19 oct. 1998, 3 p.

3\* Bricage P. (2000) La nature de la violence dans la nature Colloque AFSCET Andé, 18-19 mars 2000, 7 p.

4\* Bricage P. (2001) Les Associations à avantages et inconvénients partagés.

Atelier MCX20 L'éthique de la prise en charge sanitaire et sociale. Arcachon, 11 mai 2001, 21 p.

5\* Bricage P. & al. (1990) Appraisal of the defoliator Lepidoptera associations in a hardwood forest. Ikartzaleak 13 (Acta Entomologica Vasconiae 1): 5-26.

The Bertalanffy Anniversary Conference "Unity Through Diversity", University of Vienna .

1-4 November 2001

**"The creation of a sustainable society depends on Innovative Systems Thinking (IST)"**

**Printed**

To: elohimjl <elohimjl@mail.zserv.tuwien.ac.at>  
From: Pierre BRICAGE Dept Biologie <pierre.bricage@univ-pau.fr>  
Subject: Re: Your abstract

**Tableau 2d. What really symbiosis is ?**

The "true" symbiosis, ARMSADA, is not an association for reciprocal profits : **not** a "winner and winner" union !

<http://www.afscet.asso.fr/Decision.pdf>

Indeed, to survive, and eventually to reproduce its life's form (to survive itself), an organism has **to turn disadvantages into advantages and to avoid that advantages turn to disadvantages**.

<http://www.afscet.asso.fr/heritage.pdf>

<http://www.abbayeslaiques.asso.fr/SYSTEMIQUE.html>

The symbiosis is an **Association for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and of DisAdvantages** between partners, that are **parceners**. The profits are only global, for their **new emergent wholeness** (Figure 3, Table 1).  
<http://www.abbayeslaiques.asso.fr/ASSOCIATIF/AMSADAparadigm.PDF>

**At all levels of organisation of the alive**, alone survive the Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and of DisAdvantages. The Man is not an exception.

<http://www.afscet.asso.fr/pbAnde03.pdf>

An "ecosystem" like a cell, or a lichen, or an atom, or a galaxy, or the Universe... always is **an endosyncenosis**, it has merged by juxtaposition and encasement of **parceners**.

<http://www.abbayeslaiques.asso.fr/BIOsystemique/bibliographie/PBcellule.pdf>

A lichen (Bricage, 2001b), or a cell (Bricage, 2005c), or an atom, or a galaxy, are endosyncenoses that are equally alive... and the Universe too (Figure 3 & Table 1) !

**Table 2e. A predictive and applicative paradigm.**

The **ARMSADAs' paradigm** (<http://www.armsada.eu>) was developed during the last 10 years, within the collaborative associative group of the **AFSCET** (Association Française de Sciences des Systèmes Cybrénétiques Cognitifs Et Techniques <http://www.afscet.asso.fr>).

Talks and papers about that paradigm (paradigme des **Associations à Avantages et Inconvénients Réciproques et Partagés**, en anglais ARMSADA <http://www.afscet.asso.fr/interventions.html>) were presented each year, at Andé, during the Annual Days of the Association, and "the state of" during the international scientific events of the **System Science European Union / Union Européenne de Systémique** (SSEU / UES)

- at Paris, September 2005, with

- a "new" explanation of **the origin of the eukaryote cell**

<http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130685>

- a "new" paradoxical methodology of a **AIDS curative vaccine**

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Paris05/bricage.pdf>

<http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00352578/fr>

- at Lisbon, December 2008, with

- the "first" methodology for a **cancer curative vaccine**

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/bricageWS1.pdf>

<http://www.afscet.asso.fr/resSystemica/Lisboa08/bricageCuration.pdf>

<http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130218>

<http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00351226/fr>

**Tableau 2f. Le TOUT est à la fois PLUS et MOINS que la somme de ses parties.**

Le vivant implique l'auto-croissance dans certaines limites.

Cette croissance peut être à l'origine de la mise en place d'une forme

Le vivant implique l'auto-reproduction dans certaines limites.

L'Univers, à tous ses niveaux d'organisation et d'intégration (tableau 1b), est, **à la fois** (figure 3d3), **linéaire**, dans certaines conditions initiales (figure 3b1 & 3c) :  $V_A^2=C.tg^3$  et **non-linéaire**, dans certaines limites (figure 3d1, 2 & 3) :  $D = 2,25$ .

**À toutes les échelles de la nature (quantique, microscopique, "humaine", géographique, astronomique, cosmologique), les phénomènes et les structures sont toujours emboités les uns dans les autres.**